



SKRIPSI - ME-141501

**PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT
LISTRIK *HYBRID* (SEL SURYA DAN DIESEL
GENERATOR) PADA KAPAL TANKER PT.
PERTAMINA (PERSERO) PERKAPALAN**

Dhear Prima Putri
NRP 4212 100 143

Dosen Pembimbing
Dr. Eddy Setyo Koenhardono, ST, M.Sc
Indra Ranu Kusuma, ST M.Sc

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT - ME-141501

**HYBRID POWER SYSTEM PLANNING (SOLAR CELL
AND DIESEL GENERATOR) ON PT. PERTAMINA
(PERSERO) PERKAPALAN TANKER**

Dhear Prima Putri
NRP 4212 100 143

Advisors
Dr. Eddy Setyo Koenhardono, ST, M.Sc
Indra Ranu Kusuma, ST M.Sc

MARINE ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK HYBRID (SEL SURYA DAN DIESEL GENERATOR) PADA KAPAL TANKER PT. PERTAMINA (PERSERO) PERKAPALAN

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada**

**Bidang Studi Marine Electrical and Automation System (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

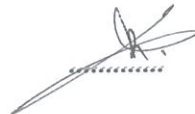
**Dhear Prima Putri
Nrp. 4212 100 143**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

- 1. Dr. Eddy Setyo Koenhardono, ST, M.Sc**
- 2. Indra Ranu Kusuma, ST, M.Sc**



.....



.....

**SURABAYA
JULI, 2016**

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK *HYBRID* (SEL SURYA DAN DIESEL GENERATOR) PADA KAPAL TANKER PT. PERTAMINA (PERSERO) PERKAPALAN

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

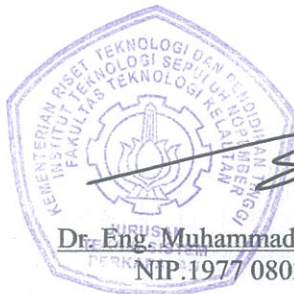
Bidang Studi *Marine Electrical and Automation System* (MEAS)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dhear Prima Putri

Nrp. 4212 100 143

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, ST., MT.
NIP.1977 0802 2008 01 1007

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

**PERENCANAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK
HYBRID (SEL SURYA DAN DIESEL GENERATOR) PADA
KAPAL TANKER PT. PERTAMINA (PERSERO)
PERKAPALAN**

Nama Mahasiswa : Dhear Prima Putri
NRP : 4212 100 143
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Dr. Eddy Setyo Koenhardono, ST,
M.Sc
Indra Ranu Kusuma, ST, M.Sc

ABSTRAK

Perancangan sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator) merupakan salah satu alternatif dari sistem pembangkit listrik konvensional yang saat ini masih diterapkan pada kapal – kapal di Indonesia. Penerapan sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator) ini guna mendukung pengembangan teknologi kapal ramah lingkungan ditengah maraknya isu *global warming*. Hal ini dikarenakan dengan penerapan sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator) dapat mengurangi konsumsi bahan bakar generator sehingga dapat mengurangi emisi gas buang dari kapal. Selain itu juga dalam rangka memanfaatkan potensi sinar matahari Indonesia yang melimpah.

Pada penulisan skripsi ini akan dikaji secara teknis dan ekonomis mengenai perancangan sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator). Analisis teknis dan ekonomis dilakukan dengan membandingkan pembangkit listrik sistem *hybrid* dengan sistem konvensional yang saat ini masih digunakan pada kapal – kapal di Indonesia.

Dari hasil penelitian, diketahui bahwa dengan penerapan pembangkit listrik sistem *hybrid* (sel surya dan diesel generator) di kapal MT. Gunung Geulis berpengaruh pada penghematan konsumsi bahan bakar generator di kapal MT. Gunung Geulis

yaitu sebesar 15,5 % per tahun. Biaya investasi dan operasional antara sistem konvensional dengan sistem *hybrid* mencapai nominal yang sama pada tahun ke 3,69 dengan nilai nominal sebesar Rp 23.980.000.000,00 atau \$ 1.803.007,52.

Kata Kunci : *hybrid* , sel surya, generator

HYBRID POWER GENERATION SYSTEM PLANNING (SOLAR CELL AND DIESEL GENERATOR) ON PT. PERTAMINA (PERSERO) PERKAPALAN TANKER

Name : Dhear Prima Putri
NRP : 4212 100 143
Department : Marine Engineering
Advisors : Dr. Eddy Setyo Koenhardono, ST,
M.Sc
Indra Ranu Kusuma, ST, M.Sc

ABSTRACT

The design of hybrid power generation systems (solar cells and diesel generator) is one alternative to conventional power generation systems which is currently applied on vessels in Indonesia. The application of hybrid power generation systems (diesel generators and solar cells) in order to support the development of the eco-friendly ship technology in the midst of global warming issues. This is due to the application of the hybrid power generation systems (diesel generators and solar cells) can reduce the consumption of generator fuel to reduce exhaust gas emissions from vessels. In addition, in order to harness the potential of the abundant solar energy in Indonesia.

On this thesis will be assessed technically and economically about the design of hybrid power generation systems (diesel generators and solar cells). Technical and economical analysis is conducted by comparing the hybrid power generation systems with conventional systems currently used on vessels in Indonesia.

From the results of this research, it is known that with the application of hybrid power generation systems (solar cells and diesel generators) on the MT. Gunung Geulis vessel can generate generator fuel consumption savings on the MT. Gunung Geulis vessel of 15.5% per year. Investment and operational cost

between conventional system with hybrid power generation systems (solar cells and diesel generators) achieve the same nominal at year of 3,69 with a value of Rp 23.980.000.000,00 or \$ 1.803.007,52.

Key word : hybrid , solar cell, generator

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR GRAFIK	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Sistem Pembangkit Listrik	6
2.2.1 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Generator....	6
2.2.2 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Sel Surya	6
2.2.3 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i> (Sel Surya dan Diesel Generator)	8
2.3 Aplikasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Sel Surya dan Diesel Generator) pada Kapal.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23

3.1 Tahapan Pelaksanaan Skripsi	23
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Data Kapal	27
4.2 Analisis Beban Kelistrikan pada Kapal MT. Gunung Geulis 29	
4.3 Analisis Potensi Ketersediaan Energi Surya pada Kapal MT. Gunung Geulis	30
4.4 Pembagian Beban Kelistrikan yang Akan disuplai Sel Surya pada Kapal MT. Gunung Geulis	34
4.5 Detail Perhitungan Sistem Hybrid untuk Menyuplai Beban Lampu Penerangan.....	37
4.6 Detail Perhitungan Sistem Hybrid untuk Menyuplai Beban Peralatan Kelistrikan di Kapal MT. Gunung Geulis	58
4.7 Pembuatan <i>Wiring Diagram</i>	68
4.8 Analisis Keekonomian.....	68
4.8.1 Perhitungan <i>Initial Cost</i> Sistem Pembangkit Listrik Konvensional.....	68
4.8.2 Perhitungan Biaya Konsumsi Bahan Bakar Generator Sistem Pembangkit Listrik Konvensional	69
4.8.3 Perhitungan Biaya Operasional Sistem Pembangkit Listrik Konvensional	71
4.8.4 Perhitungan <i>Initial Cost</i> Sistem Pembangkit Listrik <i>Hybrid</i>	72
4.8.5 Perhitungan Biaya Konsumsi Bahan Bakar Generator Sistem Pembangkit Listrik <i>Hybrid</i>	74
4.8.6 Perhitungan Biaya Operasional Sistem Pembangkit Listrik <i>Hybrid</i>	76
4.8.7 Analisis <i>Break Even Point</i> (BEP)	76

4.9 Analisis Penghematan Konsumsi Bahan Bakar Generator.....	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	81
5.1 Kesimpulan.....	81
5.2 Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN	87

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PN Junction (Panjar Mundur).....	9
Gambar 2.2 Karakteristik Diode Pada Kondisi Gelap Dan Teriluminasi	10
Gambar 2.3 Sistem <i>Hybrid</i> Paralel.....	12
Gambar 2.4 Polikristal.....	14
Gambar 2.5 Monokristal	15
Gambar 2.6 Prinsip Dasar Inverter.....	17
 Gambar 3.1 Diagram Alur Pengerjaan Skripsi.....	 23
 Gambar 4.1 <i>General Arrangement</i> MT. Gunung Geulis.....	 28
Gambar 4.2 Peletakan Panel Surya Pada <i>Wing Deck</i>	31
Gambar 4.3 Peletakan Panel Surya Pada <i>Cargo Area</i>	32
Gambar 4.4 Panel Surya <i>SunPower</i>	33
Gambar 4. 5 Armature Lampu LED.....	38
Gambar 4.6 Baterai Tipe Tree TR 12V 500AH	47
Gambar 4.7 Letak <i>Battery Panel Room</i> pada <i>C Deck</i>	50
Gambar 4.8 <i>Battery Panel Room</i>	51
Gambar 4.9 Rangkaian Instalasi Baterai Untuk Beban Lampu Penerangan	52
Gambar 4.10 Panel Surya Tipe SunPower E20-435-COM	54
Gambar 4.11 Peletakan Panel Surya Pada Untuk Beban Lampu Penerangan	56
Gambar 4.12 Rangkaian Instalasi Panel Surya Untuk Beban Lampu Penerangan	57
Gambar 4.13 Baterai Tipe Tree	59
Gambar 4.14 Rangkaian Instalasi Baterai Untuk Beban Peralatan	62
Gambar 4. 15 Panel Surya Tipe SunPower E20-435-COM	64
Gambar 4.16 Peletakan Panel Surya Untuk Beban Peralatan	66
Gambar 4.17 Rangkaian Instalasi Panel Surya Untuk Beban Peralatan	67

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Daftar Beban Listrik Pada Kapal MT. Gunung Geulis	29
Tabel 4.2 Total Daya yang dihasilkan Panel Surya.....	34
Tabel 4.3 Pembagian Komponen Beban Lampu Penerangan	35
Tabel 4.4 Pembagian Komponen Beban Peralatan	35
Tabel 4.5 Faktor Refleksi Lampu LED	39
Tabel 4.6 Contoh Perhitungan Kebutuhan Lampu Di <i>Navigation Deck</i>	41
Tabel 4.7 Panel Lampu Penerangan Menggunakan LED.....	43
Tabel 4.8 Contoh Perhitungan Beban Penerangan Di <i>Navigation Deck</i>	44
Tabel 4.9 Rincian <i>Initial Cost</i> Komponen Sistem Konvensional	69
Tabel 4.10 Persentase Distribusi Daya Generator Kapal MT. Gunung Geulis.....	70
Tabel 4.11 Konsumsi Bahan Bakar Generator Pada Sistem Konvensional Kapal MT. Gunung Geulis Per Tahun	71
Tabel 4.12 Rincian <i>Initial Cost</i> Komponen Sistem <i>Hybrid</i>	72
Tabel 4.13 <i>Initial Cost</i> Komponen Sistem <i>Hybrid</i>	73
Tabel 4.14 Skenario Konsumsi Bahan Bakar Generator Pada Sistem Hybrid Kapal MT. Gunung Geulis	74

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 <i>Load Data</i> Beban Penerangan.....	46
Grafik 4.2 <i>Performance Curve</i> Diesel Generator Kapal MT.Gunung Geulis.....	70
Grafik 4.3 Perbandingan Biaya Investasi dan Operasional Sistem Konvensional Dengan Sistem <i>Hybrid</i> Dalam Jangka Waktu 25 Tahun.....	77
Grafik 4.4 Perbandingan Biaya Investasi dan Operasional Sistem Konvensional Dengan Sistem <i>Hybrid</i> Dalam Jangka Waktu 5 Tahun.....	78
Grafik 4.5 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Generator.....	80

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi saat ini masih menjadi prioritas utama. Akibatnya, kondisi ketersediaan bahan bakar fosil di dalam perut bumi menjadi semakin cepat menipis. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil merupakan salah satu penyebab *global warming* dan hujan asam akibat emisi gas yang dihasilkan dan dibuang ke lingkungan. Dengan semakin maraknya isu lingkungan termasuk di bidang maritim, Komite Perlindungan Lingkungan Kelautan (MEPC) sebagai salah satu unit di Organisasi Maritim Internasional (IMO) telah melakukan revisi terhadap Annex VI MARPOL bagi pengurangan secara bertahap kadar emisi oksida belerang (SO_x), NO_x, serta CO₂ dari kapal. Revisi Annex VI MARPOL tersebut dilakukan dalam rangka mensukseskan peraturan IMO TIER III, dimana untuk kapal dengan mesin diesel generator yang dibangun sejak 1 Januari 2016 dan sesudahnya harus memenuhi kadar emisi NO_x sebesar 3,4 g/kWh serta untuk kapal yang dibangun sebelum tahun 2000 sebesar 17 g/kWh (Wang H, 2014)

Bagi semua kapal yang akan memasuki wilayah perairan suatu negara, yang telah meratifikasi Annex VI MARPOL, harus memenuhi standar sesuai peraturan tersebut. Oleh karena itu, saat ini berbagai riset telah dilakukan untuk mengurangi emisi gas buang dari kapal, salah satu diantaranya adalah penggunaan sistem *hybrid* di kapal, baik untuk sistem propulsi maupun sistem pembangkit listriknya. Manfaat utama dari penggunaan sistem *hybrid* adalah pengurangan konsumsi bahan bakar fosil dengan cara memaksimalkan penggunaan energi yang berwawasan lingkungan ataupun peningkatan efisiensi motor bakar.

Sistem *hybrid* merupakan konsep penggabungan dua atau lebih sumber energi yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan beban yang ada. Salah satu sistem pembangkit listrik *hybrid* yang berpotensi untuk dikembangkan di kapal yang beroperasi di Indonesia adalah kombinasi antara sel surya (*Photovoltaic*) dengan diesel generator. Hal ini dikarenakan letak geografis Indonesia yang berada pada daerah khatulistiwa, maka wilayah Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10-12 jam dalam sehari. Potensi sumber energi matahari di Indonesia mencapai rata-rata 4,5 kWh per meter persegi per hari, matahari bersinar berkisar 2000 jam per tahun, sehingga Indonesia tergolong kaya sumber energi matahari (Kementrian ESDM, 2010).

PT. Pertamina (Persero) Perkapalan merupakan salah satu perusahaan di bidang maritim yang sedang mengembangkan program *ecoship* pada armada kapal yang dimilikinya. Sehingga pengembangan sistem pembangkit listrik *hybrid* sangat sejalan dengan dengan program PT. Pertamina (Persero) Perkapalan dalam pengembangan teknologi yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, skripsi ini bertujuan untuk merencanakan sistem pembangkit listrik *hybrid* yang dapat diaplikasikan pada kapal – kapal milik PT. Pertamina (Persero) Perkapalan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, terdapat beberapa kata kunci dalam merumuskan permasalahan yang akan diangkat dalam penyusunan skripsi ini, yaitu :

1. Sistem *hybrid* merupakan perpaduan antara dua atau lebih sumber energi yang sedang dilakukan pengkajian.
2. Potensi sinar matahari di Indonesia yang besar dan belum banyak dimanfaatkan di kapal.
3. PT. Pertamina (Persero) Perkapalan sedang mengembangkan konsep *ecoship* bagi armada kapal yang dimilikinya.

Berdasarkan beberapa kata kunci di atas, maka perumusan masalah dalam penyusunan skripsi ini adalah bagaimana merencanakan sistem pembangkit listrik *hybrid* pada armada kapal PT. Pertamina (Persero) Perkapalan dalam rangka menciptakan *ecoship*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah :

1. Guna menyelesaikan permasalahan, maka diambil satu *sample* kapal tanker yaitu MT. Gunung Geulis milik PT. Pertamina (Persero) Perkapalan untuk menjadi objek penelitian pada skripsi.
2. Sebagai referensi potensi sinar matahari, diambil data intensitas penyinaran matahari sebesar 4,5 kWh per meter persegi per hari.(Kementrian ESDM,2010) dan fluktuasi radiasi sinar matahari tidak diperhitungkan.
3. Dalam penelitian ini tidak membahas teknis *power management system*.

4. Dalam penelitian ini tidak dilakukan analisis risiko dari penerapan sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator) pada kapal tanker.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini adalah merencanakan sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator) pada kapal tanker milik PT. Pertamina (Persero) Perkapalan secara teknis dan ekonomis.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan skripsi ini secara umum adalah :

1. Memberikan kontribusi kepada PT. Pertamina (Persero) Perkapalan dalam rangka menunjang program *ecoship* yang sedang dicanangkan.
2. Mendorong pemanfaatan potensi energi matahari pada kapal – kapal yang beroperasi di Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi saat ini masih menjadi pilihan utama. Selain ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin menipis, penggunaan bahan bakar fosil merupakan salah satu penyebab global warming dan hujan asam akibat emisi gas yang dibuang ke lingkungan. Dengan semakin maraknya isu lingkungan termasuk di bidang maritim, Komite Perlindungan Lingkungan Kelautan (MEPC) dari Organisasi Maritim Internasional (IMO) telah mengesahkan revisi Annex VI MARPOL bagi pengurangan secara bertahap kadar emisi oksida belerang (SO_x) serta NO_x dari kapal. Revisi Annex VI MARPOL tersebut dilakukan dalam rangka mensukseskan peraturan IMO TIER III dimana untuk kapal dengan mesin diesel generator yang dibangun sejak 1 Januari 2016 dan sesudahnya harus memenuhi kadar emisi NO_x sebesar 3,4 g/kWh serta untuk kapal yang dibangun sebelum tahun 2000 sebesar 17 g/kWh (Wang H, 2014).

Salah satu sistem pembangkit listrik *hybrid* yang berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia adalah kombinasi antara sel surya (*Photovoltaic*) dengan diesel generator. Dimana berdasarkan letak geografis Indonesia yang berada pada daerah khatulistiwa, maka wilayah Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10-12 jam dalam sehari. Potensi sumber energi matahari di Indonesia mencapai rata-rata 4,5 kWh per meter persegi per hari, matahari bersinar berkisar 2000 jam per tahun, sehingga tergolong kaya sumber energi matahari (Kementrian ESDM, 2010).

2.2 Sistem Pembangkit Listrik

2.2.1 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Generator

Menurut Marpaung (2010), *diesel generating set* merupakan salah satu pembangkit listrik berbahan bakar fosil yang sering digunakan.

Kelebihan pembangkit listrik tenaga *diesel generating set* antara lain adalah:

- a. Proses *start* yang mudah dilakukan, hanya membutuhkan sedikit waktu untuk pemanasan, kemudian mesin dapat dibebani.
- b. *Diesel generating set* cukup mudah untuk dimatikan, dengan kata lain mesin diesel dijalankan tanpa beban terlebih dahulu hingga dingin kemudian mesin dapat dimatikan.

Fungsi utama dari *diesel generating set* adalah penyedia listrik yang dapat berfungsi :

- a. Sebagai unit cadangan (*emergency*) yang dinyalakan pada saat keadaan darurat atau saat terjadi pemadaman pada unit pembangkit utama.
- b. Sebagai unit pembangkit bantuan yang dapat membantu pasokan listrik dari PLN atau sebagai pemikul beban tetap.

2.2.2 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Sel Surya

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan suatu teknologi pembangkit dengan prinsip pengkonversian energi foton dari surya diubah menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya (*photovoltaic*). Sel-sel tersebut merupakan lapisan-lapisan tipis

yang terbuat dari *silicon* (Si) murni dan bahan semikonduktor lainnya.

Dalam penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Bhattacharya dkk (2001) dilakukan pengembangan pendekatan desain sistem pembangkit listrik tenaga surya/ *photovoltaic* yang disederhanakan beserta analisis keekonomiannya. Dalam pemodelan tersebut, ukuran panel surya dan baterai untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya/ *photovoltaic* mandiri (*standalone*) diperkirakan. Perbandingan biaya antara sistem pembangkit listrik tenaga surya/*photovoltaic* mandiri (*standalone*) dengan sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator) juga disajikan. Hasil analisis menunjukkan bahwa biaya yang diperlukan untuk operasional sistem *hybrid* lebih efektif dibandingkan dengan sistem mandiri (*standalone*).

Sementara dalam penelitian lain mengenai sistem pembangkit listrik tenaga sel surya, Mohanlal Kolhe (2002) juga telah melakukan studi kelayakan keekonomian dari sistem pembangkit listrik tenaga surya/ *photovoltaic* mandiri (*standalone*) dibandingkan dengan sistem pembangkit listrik konvensional yaitu sistem bertenaga diesel untuk menyuplai kebutuhan energi melalui analisis sensitivitas perhitungan siklus biaya hidup. Parameter yang digunakan, diantaranya tingkat diskonto, biaya bahan bakar diesel, masa hidup sistem diesel, tingkat eskalasi bahan bakar, solar insolation, biaya panel surya dan keandalan sistem. Hasil penelitian menunjukkan sistem pembangkit listrik tenaga surya / *photovoltaic* dapat menjadi pilihan sistem dengan biaya yang efektif untuk menyuplai kebutuhan energi harian hingga 15 kWh.

2.2.3 Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* (Sel Surya dan Diesel Generator)

Sistem pembangkit listrik *hybrid* didefinisikan sebagai suatu sistem pembangkit tenaga listrik yang menggabungkan dua atau lebih pembangkit dengan sumber energi yang berbeda, umumnya digunakan untuk *isolated grid*, sehingga diperoleh sinergi penerapannya dapat menghasilkan keuntungan ekonomis maupun teknis. (Kunaifi, 2010).

2.2.3.1 Prinsip Kerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* (Sel Surya dan Diesel Generator)

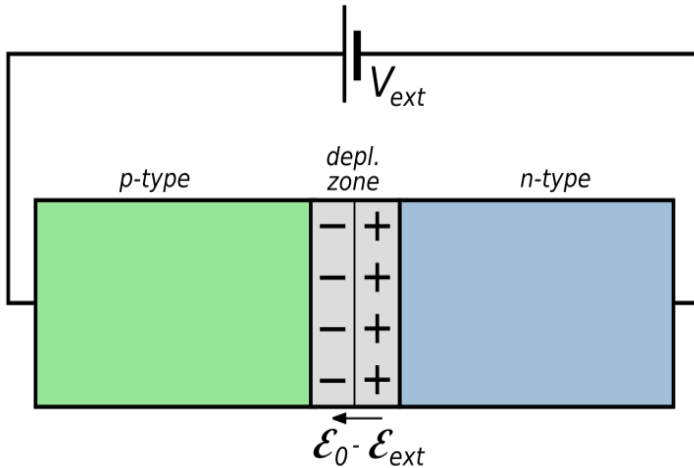
Menurut Mario P (2008), sel surya bekerja berdasarkan efek fotoelektrik pada material semikonduktor untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Berdasarkan teori Maxwell tentang radiasi elektromagnet, cahaya dapat dianggap sebagai spektrum gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang berbeda. Pendekatan yang berbeda dijabarkan oleh Einstein bahwa efek fotoelektrik mengindikasikan cahaya merupakan partikel diskrit atau quanta energi. Dualitas cahaya sebagai partikel dan gelombang dirumuskan dengan persamaan :

$$E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana cahaya pada frekuensi f atau panjang gelombang λ datang dalam bentuk paket – paket foton dengan energi sebesar E ; h adalah konstanta Planck ($6,625 \times 10^{-34}$ Js) dan c adalah kecepatan cahaya (3×10^8 m/s). Sifat cahaya sebagai energi dalam paket – paket foton ini yang diterapkan pada sel surya.

Pada awal 1839 sifat fotoelektrik ditemukan pada larutan elektro kimia oleh Alexandre Edmond Becquerel, meskipun tidak ada penjelasan ilmiah untuk peristiwa tersebut. Pada tahun 1905,

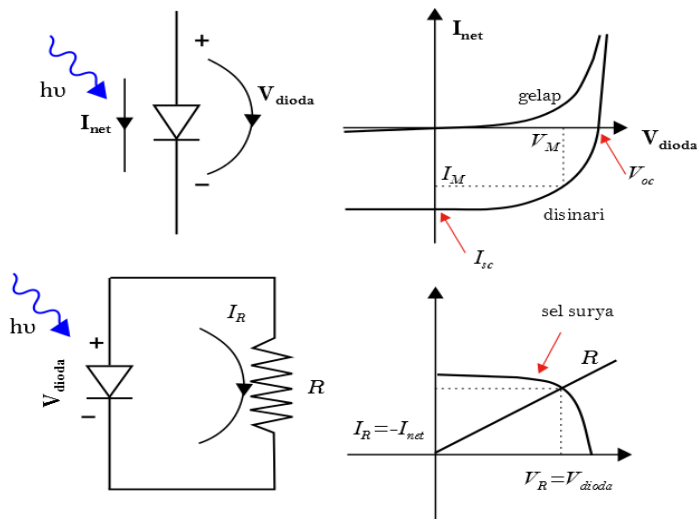
Albert Einstein mengamati efek ini pada lempengan metal. Namun, pada perkembangannya, material yang dipakai adalah semikonduktor, terutama silikon. Material ini dapat bersifat insulator pada temperatur rendah, tetapi dapat bersifat sebagai konduktor bila tersedia energi.



Gambar 2.1 PN Junction (Panjar Mundur)
(Sumber : (circuits today, 2011))

Prinsip kerja semikonduktor sebagai sel surya mirip dengan dioda sebagai *pn-junction* seperti pada Gambar 2.1. *PN-junction* adalah gabungan atau lapisan semikonduktor jenis P dan N yang diperoleh dengan dengan cara doping pada silikon murni. Pada semikonduktor jenis P, terbentuk *hole* (pembawa muatan listrik positif) yang jumlahnya lebih banyak dibandingkan jumlah elektronnya, sehingga *hole* merupakan pembawa muatan mayoritas, sedangkan elektron merupakan pembawa muatan minoritas. Demikian pula sebaliknya dengan semikonduktor jenis

N. Bila bagian P dari *pn-junction* dihubungkan dengan kutub negatif baterai, maka arus dapat mengalir melewati *pn-junction*. Kondisi ini disebut sebagai panjar maju. Bila hal sebaliknya dilakukan (panjar mundur), yaitu bagian N *pn-junction* dihubungkan dengan kutub positif baterai dan bagian P dihubungkan dengan kutub negatif baterai, maka arus tidak dapat melewati *pn-junction*. Akan tetapi, masih ada arus dalam ukuran sangat kecil yang masih dapat mengalir (dalam ukuran mikroamper) yang disebut dengan arus bocor.



Gambar 2.2 Karakteristik Diode Pada Kondisi Gelap Dan Teriluminasi
(Sumber : (science mumbling, 2010))

Ada dua hal yang menarik dalam kondisi panjar mundur tersebut, yaitu efek fotokonduktif dan fotovoltaiik. Fotokonduktif adalah gejala dimana apabila suhu dinaikkan, maka arus bocor pada panjar mundur juga meningkat. Kenaikan suhu yang dapat

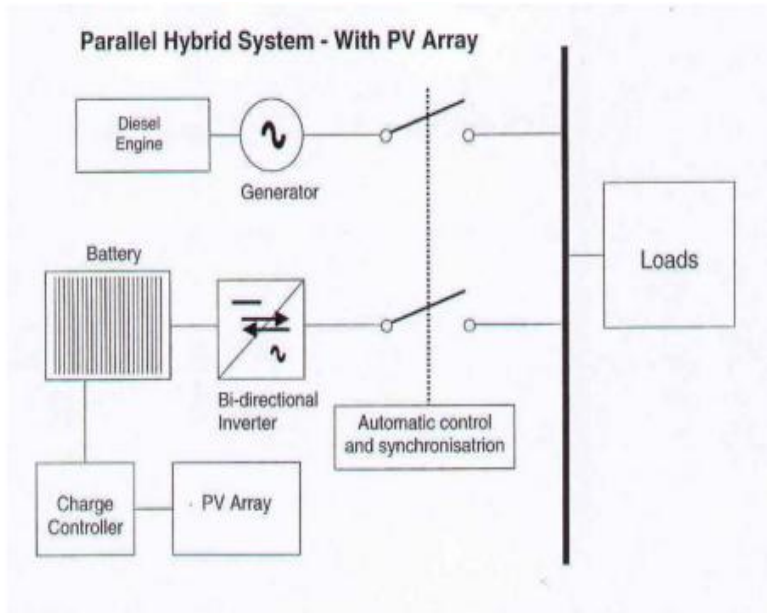
dianggap sebagai penambahan energi dapat juga diganti dengan cahaya sebagai salah satu bentuk energi. Penyerapan energi cahaya pada kondisi panjar mundur sehingga menghasilkan arus listrik pada *pn junction* ini disebut dengan efek fotovoltaiik. Penjelasan secara grafik dapat dilihat pada Gambar 2.2. Sehingga, sel surya pada dasarnya adalah sebuah fotodioda yang dirancang dengan mengacu pada efek fotovoltaiik sedemikian rupa, sehingga dapat mengubah energi cahaya seefisien mungkin menjadi energi listrik. (Diputra, 2008)

2.2.3.2 Rangkaian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Sel Surya dan Diesel Generator)

Komponen sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* dapat dirangkai dalam beberapa jenis rangkaian yaitu: (1) sistem *hybrid* seri, (2) *switched hybrid system*, dan (3) sistem *hybrid* paralel (Nayar, 1993).

Pada sistem *hybrid* paralel, sebagaimana ditunjukan pada Gambar 2.3 diesel generator dan baterai dapat menyuplai beban secara bersamaan. Sistem *hybrid* paralel menggunakan inverter dua arah (*bi-directional*) yang dapat berfungsi sebagai inverter (mengubah daya dc menjadi ac) dan sebagai *charger* dan regulator (mengubah daya ac menjadi dc). Saat daya beban lebih rendah dari daya baterai, maka beban disuplai oleh baterai melalui *bi-directional* inverter (yang berfungsi sebagai inverter) sedangkan generator diesel dipadamkan. Pada saat daya beban melebihi daya baterai namun lebih kecil dari daya generator diesel, generator diesel dinyalakan untuk menyuplai beban dan mengisi baterai dengan kelebihan dayanya. Pada saat ini *bi-directional* inverter berfungsi sebagai regulator dan *charger*. Pada

saat daya beban lebih tinggi dari daya generator diesel, generator diesel tetap menyuplai beban sedangkan bi-directional inverter kembali berfungsi menjadi inverter lalu bersama-sama secara paralel menyuplai beban.



Gambar 2.3 Sistem *Hybrid* Paralel
(Sumber : (Kunaifi, 2010))

Konfigurasi sistem *hybrid* paralel memiliki beberapa keuntungan antara lain: (1) beban dapat dipenuhi secara optimal, (2) efisiensi generator diesel tinggi sehingga mengurangi biaya perawatan, dan (3) ukuran generator diesel dan komponen lain dapat diminimalisir sehingga mengurangi biaya investasi (Nayar, 1993)

Jika suatu sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* dengan konfigurasi sistem *hybrid* paralel dilengkapi dengan pembangkit listrik energi terbarukan, kehandalan dan efisiensi sistem akan meningkat, dan ukuran generator-generator makin kecil. Hal ini dimungkinkan karena generator diesel berubah fungsi menjadi cadangan, sedangkan suplai utama berasal dari pembangkit energi terbarukan.

2.2.3.3 Komponen Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya

a. Sel Surya (*Photovoltaic*)

Sel surya atau *photovoltaic* (PV) cell adalah sebuah peralatan yang mengubah energi matahari menjadi listrik oleh efek fotovoltaiik. *Photovoltaic* merupakan kajian bidang teknologi dan riset yang berhubungan dengan aplikasi sel surya sebagai energi surya. *Photovoltaic* berasal dari Bahasa Yunani yang merupakan kombinasi kata *light*, *photo*, dan *voltaic* dari nama Alessandro Volta (Mario, 2008) .

Efek fotovoltaiik ini ditemukan oleh Becquerel pada tahun 1839, dimana Becquerel mendeteksi adanya tegangan foto ketika sinar matahari mengenai elektroda pada larutan elektrolit. Pada tahun 1954 peneliti di *Bell Telephone* menemukan untuk pertama kali sel surya silikon berbasis p-n junction dengan efisiensi 6%. Sekarang ini, sel surya silikon mendominasi pasar sel surya dengan pangsa pasar sekitar 82% dan efisiensi lab dan komersil berturut-turut yaitu 24,7% dan 15% (Green, 2011)

Sel surya berfungsi mengubah cahaya matahari menjadi listrik arus searah (DC). Sel surya merupakan komponen vital yang terbuat dari bahan semi konduktor. Tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu sel surya sangat kecil, untuk itu beberapa sel surya digabungkan sehingga terbentuk satuan komponen yang

disebut *module*. Pada aplikasinya karena tenaga listrik yang dihasilkan oleh *module* ini masih kecil, maka dalam pemanfaatannya beberapa modul digabungkan sehingga terbentuklah gabungan beberapa modul yang disebut *array*.

i. Polikristal (*Poly-crystalline*)

Polikristal merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe Polikristal memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama, akan tetapi dapat menghasilkan listrik pada saat mendung (Rifan, 2012). Gambar 2.4 merupakan contoh panel surya tipe polikristal.

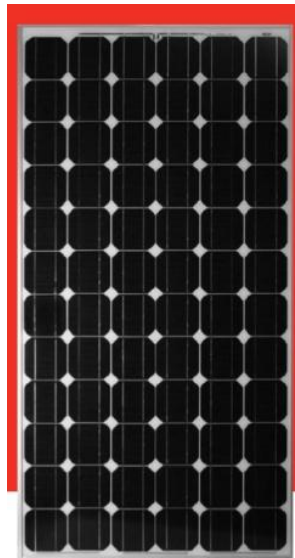


Polycrystalline silicon PV cell with
19.3% conversion-efficiency rating
(15cm × 15cm × 200μm)

Gambar 2.4 Polikristal
(Sumber: (mitsubishielectric, 2000))

ii. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Monokristal merupakan panel yang paling efisien, menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Contoh panel surya tipe monokristal ditunjukkan oleh Gambar 2.5 memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharianya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan (Rifan, 2012). Gambar 2.5 merupakan contoh panel surya tipe monokristal.



Gambar 2.5 Monokristal
(Sumber : (solarchoice, 2002))

b. Baterai

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai

atau akkumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversibel* adalah didalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda - elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel.

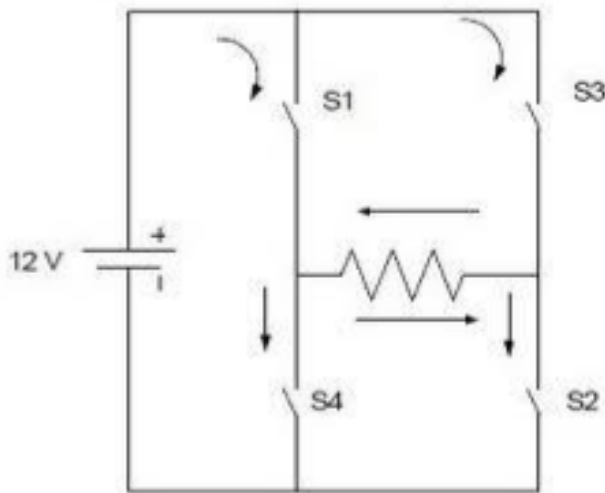
Baterai terdiri dari dua jenis yaitu, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang. (Manurung, 2015)

Baterai berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh modul surya sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Ukuran baterai yang dipakai sangat tergantung pada ukuran panel dan *load pattern*. Ukuran baterai yang terlalu besar baik untuk efisiensi operasi tetapi mengakibatkan kebutuhan investasi yang terlalu besar. Sebaliknya ukuran baterai terlalu kecil dapat mengakibatkan tidak tertampungnya daya yang lebih. Baterai tersebut mengalami proses siklus menyimpan dan mengeluarkan, tergantung pada ada atau tidak adanya sinar matahari. Selama waktu adanya matahari, panel surya

menghasilkan daya listrik. Daya yang tidak digunakan dengan segera dipergunakan untuk mengisi baterai. Selama waktu tidak adanya matahari, maka suplai daya listrik disediakan oleh baterai.

c. Inverter

Inverter adalah rangkaian yang mengubah DC menjadi AC. Atau lebih tepatnya inverter memindahkan tegangan dari sumber DC ke beban AC. Sumber tegangan inverter dapat berupa *battery*, *solar panel*, *aki kering* dan sumber tegangan DC lainnya. Sedangkan keluaran dari inverter adalah tegangan AC 220 V atau 120 V, dan frekuensi output 50Hz atau 60Hz.



Gambar 2.6 Prinsip Dasar Inverter
(Sumber : (Kunaifi, 2010))

Pada dasarnya inverter adalah alat yang membuat tegangan bolak-balik dari tegangan searah dengan cara pembentukan gelombang tegangan. Gelombang yang terbentuk dari inverter

tidak berbentuk gelombang sinusoida, melainkan gelombang persegi. Pembentukan tegangan AC tersebut dilakukan dengan menggunakan dua buah pasang saklar. (Kunaifi, 2010). Gambar 2.6 merupakan gambar yang menerangkan prinsip kerja inverter dalam pembentukan gelombang tegangan persegi.

2.2.3.4 Kelebihan dan Kekurangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Sel Surya dan Diesel Generator)

Beberapa kelebihan yang dapat diperoleh dari konfigurasi sistem pembangkit listrik *hybrid* (Sel Surya dan Diesel Generator) ini adalah sebagai berikut (Kunaifi, 2010):

- a. Solusi untuk mengatasi krisis bahan bakar minyak bumi
- b. Beban listrik dapat dipenuhi secara optimal terutama di daerah-daerah terpencil/pedesaan yang jauh dari jangkauan jaringan listrik
- c. Meningkatkan efisiensi ekonomi pembangkit
- d. Meningkatkan keandalan (*reliability*) sistem pembangkit
- e. Meningkatkan waktu layanan listrik secara ekonomis
- f. Meningkatkan umur operasi sistem
- g. Tidak menimbulkan polusi dan limbah (ramah lingkungan)
- h. Biaya pengoperasian dan pemeliharaannya relatif murah
- i. Biaya produksi energi listrik atau *cost of energy* (Rp/kWh) per tahun relatif murah.

Disamping kelebihan-kelebihan tersebut konfigurasi sistem pembangkit listrik *hybrid* (Sel Surya dan Diesel Generator)

juga mempunyai beberapa kekurangan, diantaranya (Maherchandani, 2012):

- a. Produksi energi baru dan terbarukan sangat tergantung pada siklus alam
- b. Biaya investasi awal sistem ini lebih mahal
- c. Tidak dapat menangani beban puncak dengan baik tanpa penyimpanan energi.

2.3 Aplikasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Sel Surya dan Diesel Generator) pada Kapal

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Lan H dkk (2015) telah dilakukan studi untuk memilih ukuran sistem hybrid PV/ diesel/ ESS yang paling optimum untuk diterapkan dalam sistem tenaga kapal. Studi kasus ini dilakukan pada kapal tanker berukuran panjang 332.95 m, lebar 60 m dan draft 30.5 m, dengan rute pelayaran Dalian, Cina menuju Aden, Yaman. Paper ini mengkaji pendekatan untuk menghasilkan tenaga dari susunan PV di kapal. Pembebanan divariasikan dalam lima kondisi pelayaran yaitu, berlayar dengan kecepatan normal, kecepatan penuh, *docking*, *loading/unloading* dan berlabuh. Beban puncak yaitu 2790 kw terjadi saat kapal berlayar dengan kecepatan penuh, sedangkan beban terendah yaitu 500Kw terjadi saat kapal berlabuh. Metode yang digunakan adalah *Multi – Objective Particle Swarm Optimazion* (MOPSO) yaitu metode yang pertama kali dikembangkan oleh Kennedy dan Eberhart pada tahun 1995. Optimasi ini digunakan untuk memilih ukuran sistem hybrid PV/ diesel/ ESS yang paling optimum serta mengurangi emisi CO₂. Total area yang digunakan untuk penginstallan PV adalah 2000m². Jenis baterai yang digunakan sebagai ESS adalah LiFePO₄. Dari studi yang dilakukan dapat

disimpulkan bahwa total biaya bahan bakar pada kapal dapat berkurang secara drastis setelah diterapkannya sistem pembangkit listrik hybrid yaitu sebesar 28,5% dibandingkan ketika hanya menggunakan diesel generator.

Penelitian lebih lanjut yang dilakukan oleh Lan H dkk (2015) mengoptimalkan sudut kemiringan panel *photovoltaic* (PV) pada kapal tanker dengan mempertimbangkan pembayangan sebagian guna meningkatkan performa sistem *photovoltaic* (PV). Dari studi tersebut disimpulkan bahwa panel PV pada kapal harus dipasang horizontal, keuntungan yang dihasilkan oleh sistem PV pada kapal semakin menurun dengan meningkatnya sudut kemiringan serta dengan bantuan optimalisasi pengalokasian ESS, *Net Present Cost* dan emisi dari kapal sistem *hybrid* PV / diesel / ESS dapat diminimalkan.

Sedangkan pada penelitian lainnya, Jun Lee K dkk (2013) menyajikan hasil eksperimen dari pengoperasian *prototype greenship* di Pulau Geoje, Korea Selatan. Eksperimen dilakukan di Korea yang merupakan suatu semenanjung yang terletak di antara dua benua dan lautan, sehingga lokasinya ideal untuk memanfaatkan PV/ diesel *greenship*. Tujuan dari *greenship* tidak hanya untuk meminimalkan konsumsi bahan bakar tetapi juga untuk mendukung jaringan pendistribusian listrik terhubung untuk smartgrid (di daratan) dan mikro-grid (di pulau) dalam waktu dekat. Pada akhir eksperimen ini, dibahas mengenai analisis lingkungan, analisis ekonomi dan sensitivitas berdasarkan pada hasil eksperimen. Pada akhir eksperimen ini mengusulkan bahwa PV / diesel *green ship hybrid* beroperasi tidak hanya dalam mode mandiri (standalone) tetapi juga ketika terhubung ke smart grid. Untuk mengkomersilkan *green ship* yang diusulkan

dalam waktu dekat, kapal penumpang konvensional dilengkapi dengan sistem PV 3.2 kW.

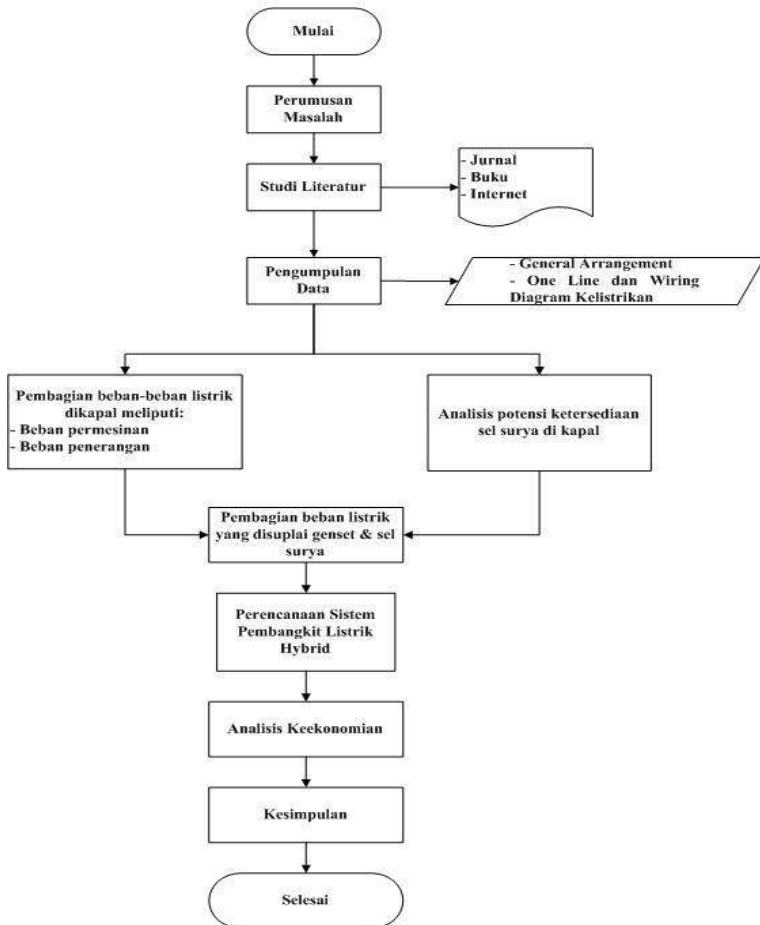
Gorter (2015) menggabungkan antara tenaga yang dihasilkan PV dengan optimasi desain propeller untuk *racing boat*. Adanya pertimbangan aliran tenaga PV menghasilkan tahanan lambung kapal di air. Dengan mempertimbangkan jumlah daya yang dihasilkan dan tahanan badan kapal pada beberapa variasi kecepatan, maka dapat diketahui efisiensi optimum dari motor elektrik untuk mengetahui parameter desain propeller kapal. Dengan membandingkan data monitoring kapal saat race pada tahun 2012 dengan 2014 menghasilkan peningkatan efisiensi sebesar 15%. Pada kesimpulannya terbukti bahwa energi matahari yang ada membantu optimasi sistem propulsi untuk *racing boat* bertenaga PV.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Fonsesca N (2015), dirancang desain awal dari sebuah catamaran listrik untuk kapal wisata dengan kapasitas 42 orang. Sistem propulsi mencakup dua motor listrik diberi bahan bakar oleh sistem penyimpanan dan produksi energi berdasarkan sel bahan bakar hidrogen, panel PV dan baterai lithium fosfat besi. Disimpulkan bahwa sistem PV memiliki kontribusi yang signifikan untuk kebutuhan energi harian kapal wisata. Panel PV memiliki keuntungan biaya lebih rendah per Watt dan juga lebih ringan, meskipun efisiensinya kecil (7% hanya dalam kondisi laboratorium standar).

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Pelaksanaan Skripsi



Gambar 3.1 Diagram Alur Pengerjaan Skripsi

Gambar 3.1 merupakan diagram alur dari pengerjaan skripsi yang dilakukan. Adapun penjelasan setiap tahapan pelaksanaan skripsi ini adalah sebagai berikut:

a. Perumusan Masalah

Tahapan awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah yang ada untuk kemudian akan dicari penyelesaiannya pada pengerjaan skripsi ini.

b. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pendalaman untuk memahami materi yang dibahas melalui beberapa literatur, buku, serta jurnal mengenai sistem *hybrid*, sel surya, generator.

c. Pengumpulan Data

Data – data yang diperlukan akan dikumpulkan melalui beberapa cara, antara lain sebagai berikut :

i. Data Primer : data ini akan diperoleh dengan cara langsung dari sumber tanpa perantara. Data ini berupa *general arrangement*, *wiring diagram*, *power load* generator kapal tanker milik PT. Pertamina (Persero) Perkapalan.

ii. Data Sekunder : data ini akan diperoleh dengan cara perantara sumber lain. Data ini dapat berupa berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

d. Perencanaan Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan perencanaan sistem *hybrid* sel surya dan diesel generator yang dibutuhkan untuk menyuplai kebutuhan listrik pada kapal, yang meliputi :

- i. Perhitungan daya kebutuhan listrik kapal
- ii. Potensi energi sel surya

- iii. Jumlah sel surya, jumlah baterai
- iv. *Wiring diagram*.

e. Analisis dan Pembahasan

Dari perencanaan yang telah dilakukan maka dapat dibuat analisis keekonomian sistem *hybrid* sel surya dan diesel generator pada kapal tanker milik PT. Pertamina (Persero) Perkapalan.

f. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis keekonomian sistem *hybrid* sel surya dan diesel generator pada kapal tanker milik PT. Pertamina (Persero) Perkapalan maka dapat ditarik kesimpulan dan saran bagi penelitian yang telah dilakukan.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

BAB IV

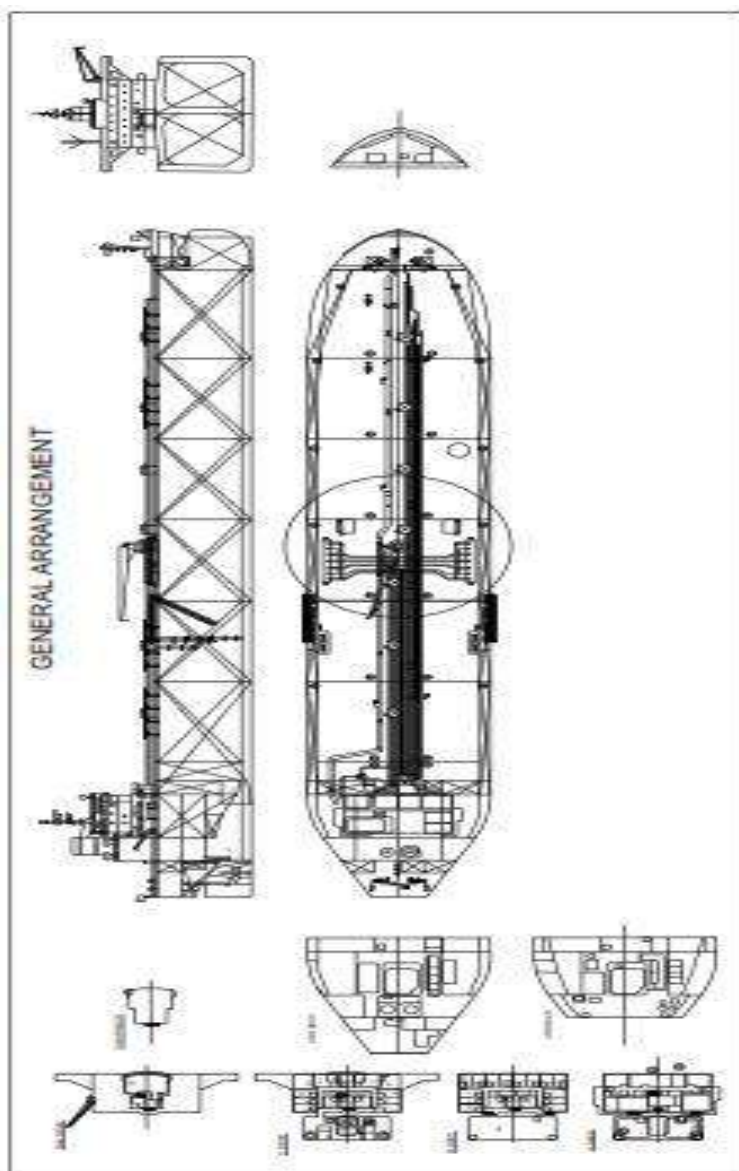
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kapal

Objek penelitian yang digunakan dalam pengerjaan skripsi ini adalah kapal MT. Gunung Geulis milik PT. Pertamina (Persero) Perkapalan dengan dimensi dan data umum sebagai berikut:

Panjang Seluruhnya (LOA)	: 243.8	m
Panjang antara Garis Air (LWL)	: 39.50	m
Lebar (B)	: 42	m
Tinggi (H)	: 21.3	m
Sarat Air (T) (desain)	: 12.19	m
Sarat Air (T) (penuh)	: 14.578	m
DWT	: 107.538	
Kecepatan dinas (vs)	: 15.6	knots
Rute Pelayaran	: Semarang - Lawe Lawe	
Tahun Pembuatan	: 2010	
Generator	: 3 unit, AC 450 V, 3ph, 60 Hz, 680 kw	

Gambar 4.1 merupakan *general arrangement* kapal MT. Gunung Geulis.



Gambar 4.1 *General Arrangement* MT. Gunung Geulis

4.2 Analisis Beban Kelistrikan pada Kapal MT. Gunung Geulis

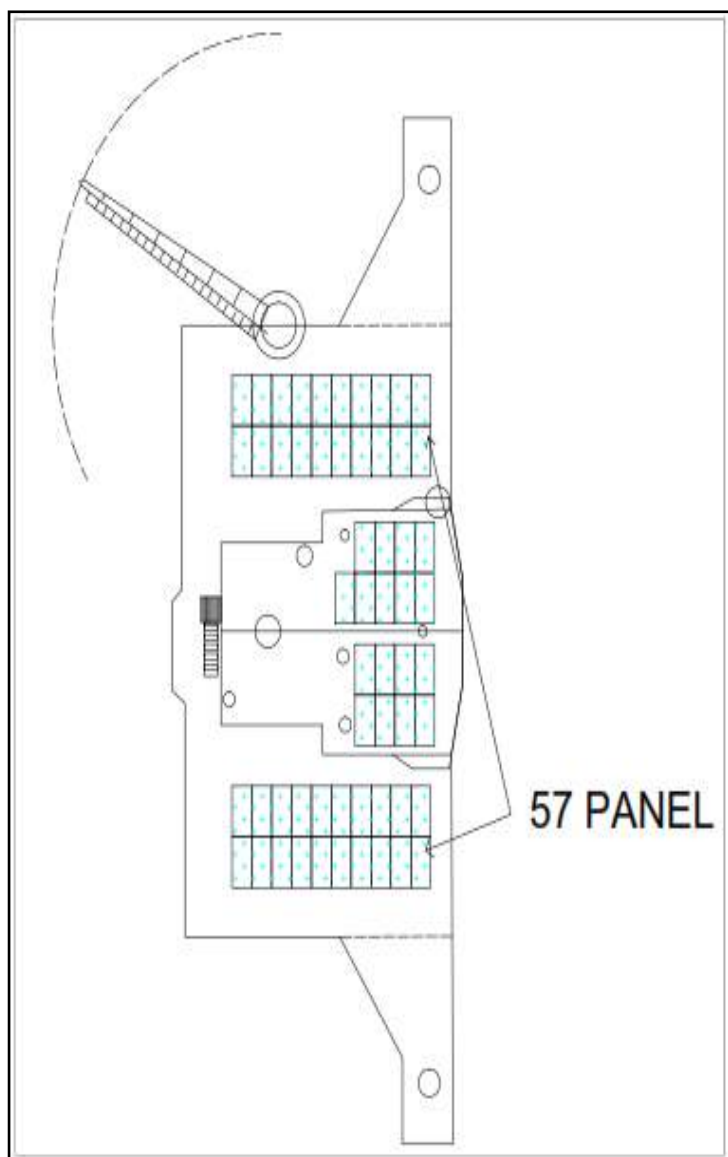
Beban kelistrikan pada kapal MT. Gunung Geulis dikelompokkan menjadi *engine room machinery part*, *deck machinery part*, *air conditioner and refrigerator device*, *galley and laundry equipment* dan *electrical equipment*. Dimana *electrical equipment* dibagi lagi menjadi peralatan navigasi dan radio komunikasi serta lampu – lampu penerangan. Berdasarkan data sistem *wiring diagram power* kapal MT. Gunung Geulis, total beban kelistrikan pada *engine room machinery part* dan *deck machinery part* adalah sebesar 2800,611 kw, beban peralatan navigasi dan komunikasi adalah sebesar 15,2 kw. Sedangkan total beban lampu penerangan adalah sebesar 28 kw seperti tercantum pada tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Daftar Beban Listrik Pada Kapal MT. Gunung Geulis

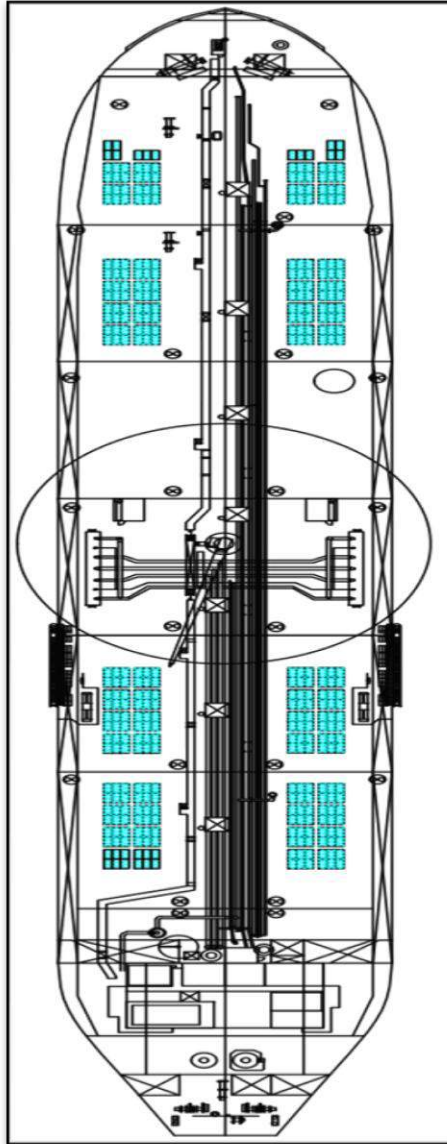
Jenis beban	kW
<i>Engine room machinery dan deck part</i>	2800,611
<i>Galley and laundry equipment</i>	116,8
<i>Air conditioner and refrigerator device</i>	179,1
Peralatan navigasi dan radio komunikasi	15,2
Lampu penerangan	28

4.3 Analisis Potensi Ketersediaan Energi Surya pada Kapal MT. Gunung Geulis

Pada tahap ini dilakukan pengoptimalan luas area di kapal MT. Gunung Geulis yang dapat dijadikan lokasi untuk peletakan panel surya. Dari hasil optimasi, area yang dapat dijadikan lokasi peletakan panel surya antara lain *wing deck* dengan luas 123,24 m² dan *cargo area* dengan luas 756,73 m². Peletakan panel surya di kapal MT. Gunung Geulis mempertimbangkan luasan area yang tersedia, dimensi panel surya yang digunakan, serta ketersediaan *maintenance space* untuk panel surya. Dengan pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka jumlah panel surya yang dapat diletakan di *wing deck* adalah 57 panel dan di *cargo area* sebanyak 350 panel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



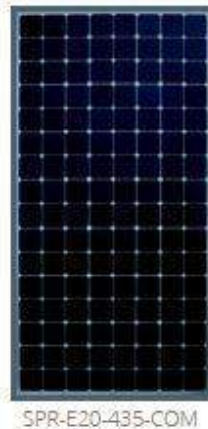
Gambar 4.2 Peletakan Panel Surya Pada *Wing Deck*



Gambar 4.3 Peletakan Panel Surya Pada *Cargo Area*

Setelah diketahui jumlah panel surya yang dapat dipasang di kapal MT. Gunung Geulis, maka dapat dihitung potensi ketersediaan energi surya pada kapal MT. Gunung Geulis berdasarkan jumlah panel yang dipasang serta daya yang dapat dihasilkan oleh panel surya dengan spesifikasi sebagai berikut:

Solar Panel	: SunPower E20-435-COM
Output Power	: 435 Wp
Max Power Voltage	: 72,9 V
Max Power Current	: 5,97 A
Open Circuit Voltage	: 85,6 V
Short Circuit Current	: 6,43 A
Efficiency	: 20,3%
Size	: 2067 x 1046 x 46 mm
Weight	: 25,4 kg



Gambar 4.4 Panel Surya *SunPower*

Gambar 4.4 merupakan panel surya *SunPower* yang dipilih untuk dianalisis.

Setelah dipilih spesifikasi panel surya tersebut serta jumlah panel surya pada kapal MT. Gunung Geulis, maka daya total yang dapat dihasilkan dapat dihitung seperti tercantum pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Total Daya yang dihasilkan Panel Surya

Lokasi	Jumlah Panel	Daya Panel (watt)	Total (watt-h/ jam)	Total (kwh/ hari)
<i>Wing deck</i>	57	435	24795	123,95
<i>Cargo area</i>	350	435	152250	761,250
Total	407		177045	885,2

Dengan lama waktu penyinaran matahari di Indonesia rata-rata selama 12 jam, lama penyinaran maksimum diasumsikan selama 5 jam per hari, maka daya total yang dapat dihasilkan adalah 885,2 kw per hari.

4.4 Pembagian Beban Kelistrikan yang Akan disuplai Sel Surya pada Kapal MT. Gunung Geulis

Dengan mempertimbangkan potensi ketersediaan energi surya pada kapal MT. Gunung Geulis yang tertera di subbab sebelumnya, maka pada penelitian ini beban yang dipilih untuk disuplai oleh panel surya meliputi lampu penerangan, peralatan navigasi, radio komunikasi, *galley and laundry equipment*, serta beberapa komponen yang termasuk *air conditioner and refrigerator device* pada kondisi operasi *seagoing* seperti tercantum pada tabel 4.3 dan tabel 4.4.

Tabel 4.3 Pembagian Komponen Beban Lampu Penerangan

Panel	Nama Peralatan	kw
JM	<i>Navigation Light</i>	0,82
L-1	<i>Group Switch Panel & Nav Bri Dk Lts</i>	6,65
L-3	<i>Light Panel Board (C Deck Lts)</i>	2,49
L-4	<i>Light Panel Board (B Deck Lts)</i>	1,695
L-5	<i>Light Panel Board (A & Upper Deck Lts)</i>	3,691
L-6	<i>Light Panel Board (On Upper Deck Lts)</i>	3,460
L-7	<i>Light Panel Board (Engine Room Lts)</i>	9,240
TOTAL		28,406

Tabel 4.4 Pembagian Komponen Beban Peralatan

Nama Peralatan	kw
<i>Air Conditioner And Refrigerator Device</i>	
<i>Topping-Up Air Compressor</i>	18,9
<i>Lift Mach. Rm Fan</i>	0,7
<i>Em'cy Generator Rm Fan</i>	0,7
<i>Hospital Rm Fan</i>	0,3
<i>Paint Rm Fan</i>	0,7
<i>Em'cy Fire Pump Rm Fan</i>	1,3
Peralatan Navigasi Dan Radio Komunikasi	
<i>Radars</i>	1,2
<i>Nav. Dev.</i>	1,2
<i>Fog Horn</i>	5,3
<i>Inner Communication</i>	1,6
<i>Radio Equipment.</i>	2,8
<i>Galley And Laundry Equipment</i>	

<i>Dough Machine</i>	1,3
<i>Universal Mixer</i>	0,3
<i>Meat Slicer</i>	0,2
<i>Baking & Roasting Oven</i>	9,6
<i>Electric Cooking Range W/Oven</i>	18,7
<i>Refrigerator (Stainless Steel)</i>	0,2
<i>Refrigerator (Ar-228)</i>	1,5
<i>Tilting Frying Table</i>	7,0
<i>Tilting Boiler Pan</i>	7,2
<i>Electric Rice Cooker</i>	6,2
<i>Ele. Stram Box</i>	7,2
<i>Sterilized Cabinet (Adc-102)</i>	2,2
<i>Sterilized Cabinet (Adc-52)</i>	1,0
<i>Waste Disposer</i>	0,5
<i>Meat Grinder</i>	0,4
<i>Soya-Bean Milk Machine</i>	1,0
<i>Water Boiler</i>	1,4
<i>Hot Plate</i>	0,8
<i>Toaster (4 Slice)</i>	3,7
<i>Water Boiler</i>	12,0
<i>Coffee Brewer</i>	5,1
<i>Microwave Oven</i>	5,0
<i>Electric Rice Heat Plate</i>	3,5
<i>Ice Making Machine</i>	0,5
<i>Automatic Domestic Washing Machine</i>	1,8
<i>Industry Washing Machine</i>	7,0
<i>Drying Machine</i>	1,6
<i>Electric Iron</i>	1,7
<i>Drinking Fountain</i>	1,0
<i>Tilting Boiler</i>	7,2
Total	151,5

4.5 Detail Perhitungan Sistem Hybrid untuk Menyuplai Beban Lampu Penerangan

a. Pergantian Jenis Lampu Penerangan pada Kapal MT. Gunung Geulis

Sebelum melakukan perhitungan sistem *hybrid* untuk menyuplai beban lampu penerangan, terlebih dahulu dilakukan pergantian jenis lampu di kapal. Hal tersebut sesuai pertimbangan bahwa kebutuhan daya lampu penerangan di kapal MT. Gunung Geulis relatif besar yaitu 28 kw, maka pada penelitian ini dilakukan pergantian jenis lampu penerangan dari lampu FL menjadi jenis lampu LED. Hal ini mengacu pada hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa dengan penggunaan lampu LED akan lebih menghemat daya jika dibandingkan dengan lampu FL pada kapal dengan ukuran sama. (Murjaningsih, 2015).

Dalam perhitungan untuk menentukan jumlah titik lampu LED digunakan contoh perhitungan yang ada di *nav toilet* yang terletak pada *navigation deck* . Perhitungan lebih rinci pada dek lainnya tertera pada lampiran.

a. Luasan Ruangan

Dimensi ruangan yang sebelumnya diukur :

Panjang : 1,2 meter

Lebar : 2,4 meter

Tinggi ruang : 2.5 meter

Sehingga,

$$A = p \times l$$

$$A = 1,2 \times 2,4$$

$$A = 2,88 \text{ m}^2$$

b. Indeks Ruangan (K)

$$\begin{aligned}
 h &= t - H \\
 &= 2,5 - 0 \\
 &= 2,5 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

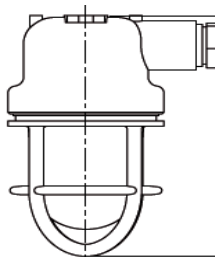
Sedangkan untuk indeks ruang adalah :

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{p \times l}{h \times (p + l)} \\
 K &= \frac{1,2 \times 2,4}{2,5 \times (1,2 + 2,4)} \\
 K &= 0,316
 \end{aligned}$$

c. Menentukan Tipe Lampu

Sehingga didapatkan hasil tipe armature :

- Indeks lampu : MINOR 568
- Tipe lampu : LED
- Daya : 4.4 watt
- Jumlah armature : 1



Gambar 4.5 Armature Lampu LED

Gambar 4.5 merupakan armatur lampu LED tipe Minor 568.

d. Faktor Refleksi

Dalam perencanaan ini digunakan :

- Cf (*ceiling factor*) : 0.75
- Cw (*wall factor*) : 0.5
- Ff (*floor factor*) : 0.1

e. Efisiensi Interpolasi

Efisiensi interpolasi didapatkan dengan menginterpolasi nilai yang didapatkan dari tabel efisiensi.

Indeks ruang : 0.316

Tabel 4.5 Faktor Refleksi Lampu LED

Faktor (k)	Ceiling	75			50			30	
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10
	Floor	10			10			10	
Efisiensi		Faktor Refleksi							
0.60	(J)	0.169	0.151	0.123	0.139	0.150	0.115	0.125	0.108
0.80	(I)	0.208	0.188	0.153	0.233	0.180	0.153	0.168	0.146
1.00	(H)	0.279	0.231	0.201	0.255	0.213	0.186	0.195	0.166
1.25	(G)	0.316	0.260	0.231	0.278	0.238	0.209	0.219	0.191
1.50	(F)	0.366	0.288	0.256	0.303	0.267	0.232	0.244	0.214
2.00	(E)	0.393	0.363	0.300	0.368	0.305	0.269	0.274	0.245
2.50	(D)	0.427	0.376	0.329	0.376	0.324	0.288	0.304	0.276
3.00	(C)	0.459	0.401	0.355	0.397	0.356	0.320	0.335	0.297
4.00	(B)	0.495	0.446	0.407	0.432	0.389	0.362	0.354	0.337
5.00	(A)	0.517	0.475	0.435	0.453	0.411	0.383	0.368	0.354

Dalam tabel 4.5 dapat dilihat, dari nilai indeks ruang 0,316 diambil nilai pada K 0.6 dengan efisiensi 0,169.

Untuk nilai efisiensi interpolasi :

Eff interpolasi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{eff1} + ((\text{indeks ruang} - K1) \times (\text{Eff2} - \text{Eff1}))}{(K2 - K1)} \\
 &= \frac{0 + ((0,169 - 0) \times (0,169 - 0))}{(0,6 - 0)} \\
 &= 0,089
 \end{aligned}$$

f. Efisiensi Armature

Efisiensi armature dipengaruhi faktor pengotoran lampu (diversitas) yang diambil nilainya 0.65. Sehingga,

$$(\eta) = d \times \text{eff (interpolation)}$$

$$(\eta) = 0,65 \times 0,089$$

$$(\eta) = 0,057$$

g. Flux (Φ)

Karena nilai flux dipengaruhi oleh nilai intensitas cahaya yang dibutuhkan ruangan, maka berdasarkan klasifikasi kebutuhan cahaya di *nav toilet* adalah 100 lux. Sehingga :

$$\Phi = \frac{(E \times A)}{\text{eff armature}}$$

$$\Phi = \frac{(100 \times 2,9)}{0,057}$$

$$\Phi = 3450,61 \text{ lumen}$$

h. Flux Lampu

Nilai flux lampu dipengaruhi nilai lumen/watt (lm/watt) pada lampu. Untuk lampu FL nilai dari lm/watt setiap lampu adalah 75, P adalah daya lampu 4,4 watt dan n adalah jumlah armature yakni 1. Sehingga,

$$\text{Lumen} = \frac{\text{lm}}{\text{watt}} \times P \times n$$

$$\text{Lumen} = 360 \times 4,4 \times 1$$

$$\text{Lumen} = 1584 \text{ lumen}$$

i. Jumlah titik lampu

Sehingga untuk mendapatkan jumlah titik lampu,

$$n = \frac{\text{Flux } (\Phi)}{\text{Lumen}}$$

$$n = \frac{3450,61}{1584}$$

$$n = 2,178$$

Karena nilainya 2,2 sehingga diambil 2 titik lampu untuk penerangan di *nav toilet*.

Dalam menghitung kebutuhan lampu untuk ruangan lainnya digunakan metode yang sama dengan langkah perhitungan diatas, sehingga didapatkan hasil perhitungan dalam tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.6 Contoh Perhitungan Kebutuhan Lampu Di *Navigation Deck*

NO.	Room	Room Dimension					
		(P)	(L)	(t)	(H)	(h)	(A)
	Nav Deck						
1	Wheelhouse	5,9	9,3	2,50	0,7	1,80	54,8
2	Chart Space	2,1	2,3	2,50	0,7	1,80	4,8
3	Pilot	3,3	3,7	2,50	0,7	1,80	12,1
4	Lavatory	1,4	1,8	2,50	0	2,50	2,5
5	Nav Toilet	1,2	2,4	2,50	0	2,50	2,9
6	Battery Room	1,1	2,0	2,50	0	2,50	2,2
7	Nav & Radio LKR	2,4	2,8	2,50	0,7	1,80	6,7
8	Deck Wing STBD	8,7	14,1	2,50	0	2,50	122,1
9	Deck Wing PORT	8,7	14,1	2,50	0	2,50	122,1
10	Radio Tra Room	0,8	1,1	2,50	0	2,50	0,9

NO.	Indeks Room (k)	KA	Type of Armature			Faktor Refleksi		
			Σ	Type	daya	ceiling	wall	floor
1	2,005	LEF-151N	1	LED	15	0,75	0,5	0,1
2	0,607	LEF-151N	1	LED	15	0,75	0,5	0,1
3	0,964	LEF-151N	1	LED	15	0,75	0,5	0,1
4	0,312	MINOR 568	1	LED	4,4	0,75	0,5	0,1
5	0,316	MINOR 568	1	LED	4,4	0,75	0,5	0,1

6	0,288	LEF-151N	1	LED	15	0,75	0,5	0,1
7	0,718	LEF-151N	1	LED	15	0,75	0,5	0,1
8	2,146	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0,75	0,5	0,1
9	2,146	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0,75	0,5	0,1
10	0,182	LEF-151N	1	LED	15	0,75	0,5	0,1

NO.	k1	eff 1	k2	eff 2	eff intrpolasi	Diversitas (d)
1	2,000	0,420	2,400	0,460	0,420	0,7
2	0,600	0,262	0,800	0,314	0,264	0,7
3	0,314	0,195	1,000	0,350	0,342	0,7
4	0,000	0,000	0,600	0,169	0,088	0,65
5	0,000	0,000	0,600	0,169	0,089	0,65
6	0,000	0,000	0,600	0,262	0,126	0,7
7	0,600	0,262	0,800	0,314	0,293	0,7
8	2,000	0,391	2,500	0,605	0,453	0,65
9	2,000	0,391	2,500	0,605	0,453	0,65
10	0,000	0,000	0,600	0,262	0,079	0,7

NO.	eff arm	intensitas (E) Lux	Flux(Φ)	Flux Lampu (Lumen)	n	N	Daya (w)
1	0,2943	100	18622,60	5400	3,4486	3	45
2	0,1847	100	2598,00	5400	0,4811	1	15
3	0,2394	150	7581,94	5400	1,4041	1	15
4	0,0571	70	3030,04	1584	1,9129	2	8,8
5	0,0579	70	3450,61	1584	2,1784	2	8,8
6	0,088	100	2527,26	5400	0,468	1	15
7	0,2048	100	3273,22	5400	0,6062	1	15
8	0,2948	50	20712,76	1080	19,178	19	57
9	0,2948	50	20712,76	1080	19,178	19	57
10	0,0556	100	1537,62	5400	0,2847	1	15
Jumlah						50	251,6

Setelah dilakukan pergantian jenis lampu FL menjadi lampu LED, diketahui bahwa total beban lampu penerangan di kapal MT. Gunung Geulis berkurang menjadi 6,1 kw seperti tercantum pada tabel 4.7. Detail perhitungan tercantum pada lampiran.

Tabel 4.7 Panel Lampu Penerangan Menggunakan LED

Panel	Nama Peralatan	kW
JM	<i>Navigation Light</i>	0,82
L-1	<i>Group Switch Panel & Nav Bri Dk Lts</i>	0,252
L-3	<i>Light Panel Board (C Deck Lts)</i>	0,389
L-4	<i>Light Panel Board (B Deck Lts)</i>	0,427
L-5	<i>Light Panel Board (A & Upper Deck Lts)</i>	0,587
L-6	<i>Light Panel Board (On Upper Deck Lts)</i>	0,750
L-7	<i>Light Panel Board (Engine Room Lts)</i>	2,906
TOTAL		6,130

b. Perhitungan Beban Puncak Lampu Penerangan

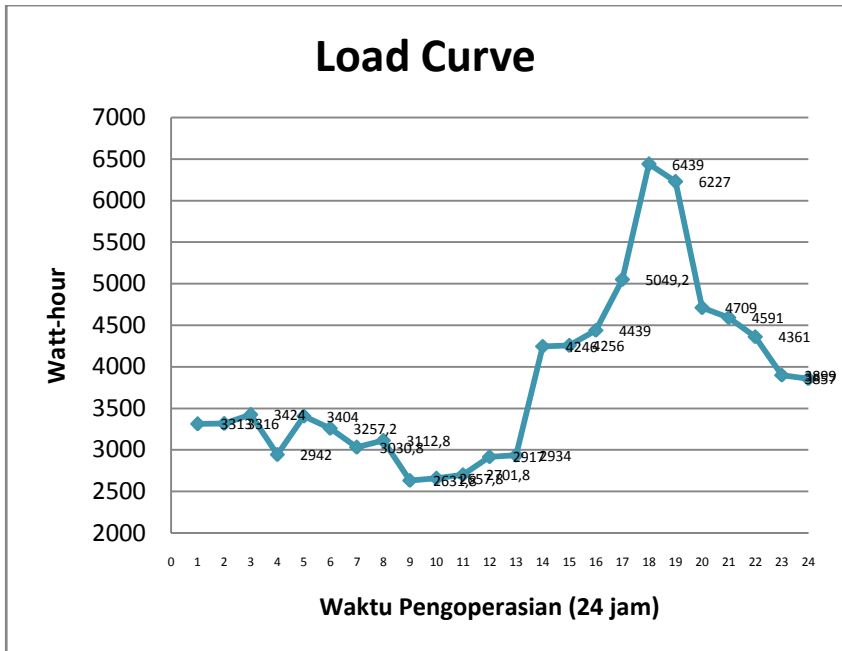
Untuk mengetahui beban puncak lampu penerangan, faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah waktu operasional masing-masing lampu yaitu berapa jam sebuah lampu beroperasi atau dinyalakan dalam satu hari. Contoh perhitungan beban penerangan di *navigation deck* terdapat pada tabel 4.8. Perhitungan lebih rinci pada dek lainnya tertera pada lampiran.

Tabel 4.8 Contoh Perhitungan Beban Penerangan Di *Navigation Deck*

No	Ruangan	Jenis Lampu	Jumlah	Daya (watt)	Total Daya	Durasi	kWh
1	Wheelhouse	LEF-151N	3	15	45	12	0,54
2	Chart Space	LEF-151N	1	15	15	10	0,15
3	Pilot	LEF-151N	1	15	15	3	0,045
4	Lavatory	MINOR 568	2	4,4	8,8	2	0,018
5	Nav Toilet	MINOR 568	2	4,4	8,8	2	0,018
6	Battery Room	LEF-151N	1	15	15	2	0,03
7	Nav & Radio LKR	LEF-151N	1	15	15	24	0,36
8	Deck Wing STBD	LEKH-03WG-P	19	3	57	12	0,684
9	Deck Wing PORT	LEKH-03WG-P	19	3	57	12	0,684
10	Radio Tra Room	LEF-151N	1	15	15	24	0,36
11	Capt's Day Room	LEF-151N	2	15	30	4	0,12
12	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
13	Capt's Bed Room	LEF-151N	1	15	15	3	0,045
14	C/Eng Day Room	LES-151N	2	15	30	3	0,09
15	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
16	C/Eng Bed Room	LES-151N	1	15	15	4	0,06
17	1/Eng Day Room	LES-151N	1	15	15	4	0,06
18	1/Eng Bed Room	LES-151N	1	15	15	4	0,06
19	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
20	C/Off Day Room	LES-151N	2	15	30	4	0,12
21	C/Off Bed Room	LES-151N	1	15	15	3	0,045
22	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
23	2/Eng	LES-151N	1	15	15	3	0,045
24	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
25	3/Eng	LES-151N	1	15	15	3	0,045
26	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009

27	4/Eng	LES-151N	1	15	15	3	0,045
28	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
29	Off Spare	LES-151N	1	15	15	3	0,045
30	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
31	4/Off	LES-151N	1	15	15	3	0,045
32	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
33	2/Off	LES-151N	1	15	15	3	0,045
34	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
35	3/Off	LES-151N	1	15	15	3	0,045
36	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
37	Ele/Off Bed Room	LES-151N	1	15	15	3	0,045
38	Lavatory	MINOR 568	1	4,4	4,4	2	0,009
39	Elect Room	LEKN-08WU-B	1	8	8	3	0,024
40	Off Laundry	MINOR 568	2	4,4	8,8	5	0,044

Dari hasil perhitungan, diketahui bahwa waktu operasional rata-rata seluruh lampu penerangan di kapal MT. Gunung Geulis adalah 7,77 jam per hari dengan beban puncak sebesar 6439 watt pada pukul 18.00. Total daya beban seluruh lampu penerangan per hari adalah sebesar 90,8 kw.



Grafik 4.1 *Load Data* Beban Penerangan

Grafik 4.1 menunjukkan kurva beban lampu penerangan di kapal MT. Gunung Geulis setiap jam dalam satu hari. Dari kurva tersebut, diketahui beban puncak lampu penerangan sebesar 6439 kw pada pukul 18.00, sehingga beban puncak tersebut dijadikan dasar pemilihan spesifikasi inverter sebagai berikut:

Type	:	pwri8k22050
Cont Output Power:	:	10000 watt
DC input	:	12 Volt
AC Output	:	220/380 Volt
Efisiensi	:	87%

c. **Perancangan Sistem Baterai**

Dalam perancangan sistem *hybrid* sel surya dibutuhkan media penyimpanan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Media penyimpanan tersebut dalam hal ini adalah baterai. Baterai digunakan untuk menyuplai kebutuhan beban listrik di malam hari atau saat panel surya tidak dapat menyuplai energi dikarenakan tidak adanya sinar matahari.

Untuk menjamin sistem agar dapat beroperasi dengan baik sesuai beban lampu penerangan, maka dipilih baterai sesuai gambar 4.6 dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tipe	:	Tree TR 12V 500AH
Kapasitas	:	500 Ah
Tegangan	:	12 Volt
Dimensi	:	589 x 286 x 464 mm



Gambar 4.6 Baterai Tipe Tree TR 12V 500AH

Dari data *life cycle* baterai diketahui bahwa saat DOD 50% maka siklus hidup baterai adalah selama 3200 siklus atau 8,5

tahun, sehingga jumlah kebutuhan baterai dapat dihitung sebagai berikut.

3200 *cycle*, sehingga DoD = 50%

Total kebutuhan daya listrik (E_L) untuk penerangan di kapal MT. Gunung Geulis adalah

$$\begin{aligned} E_L &= 90,8 \text{ kwh/hari} \\ &= 90800 \text{ watt-h/hari} \end{aligned}$$

Daya yang harus disuplai dengan memperhitungkan efisiensi inverter (E_{DC}) adalah

$$\begin{aligned} E_{DC} &= E_L / \text{eff inverter} \\ &= 90800 / 0,877 \\ &= 103534,78 \text{ watt/hari} \end{aligned}$$

Daya yang harus disuplai dengan memperhitungkan efisiensi baterai (E_{batt}) adalah

$$\begin{aligned} E_{batt} &= E_{DC} / (\text{DoD} \times \text{Eff batt}) \\ &= 103534,78 / (0,5 \times 0,85) \\ &= 243611,24 \text{ watt/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Energi tiap baterai} &= 500 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} \\ &= 6000 \text{ watt/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah baterai} &= E_{batt} / \text{Energi tiap baterai} \\ &= 243611,24 / 6000 \\ &= 41,35 \approx 41 \text{ baterai disusun paralel} \end{aligned}$$

Setelah menentukan jumlah baterai yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah menentukan lokasi peletakan baterai.

Baterai direncanakan diletakan pada *battery panel room* di *C deck* seperti ditunjukkan gambar 4.7 dengan dimensi sebagai berikut :

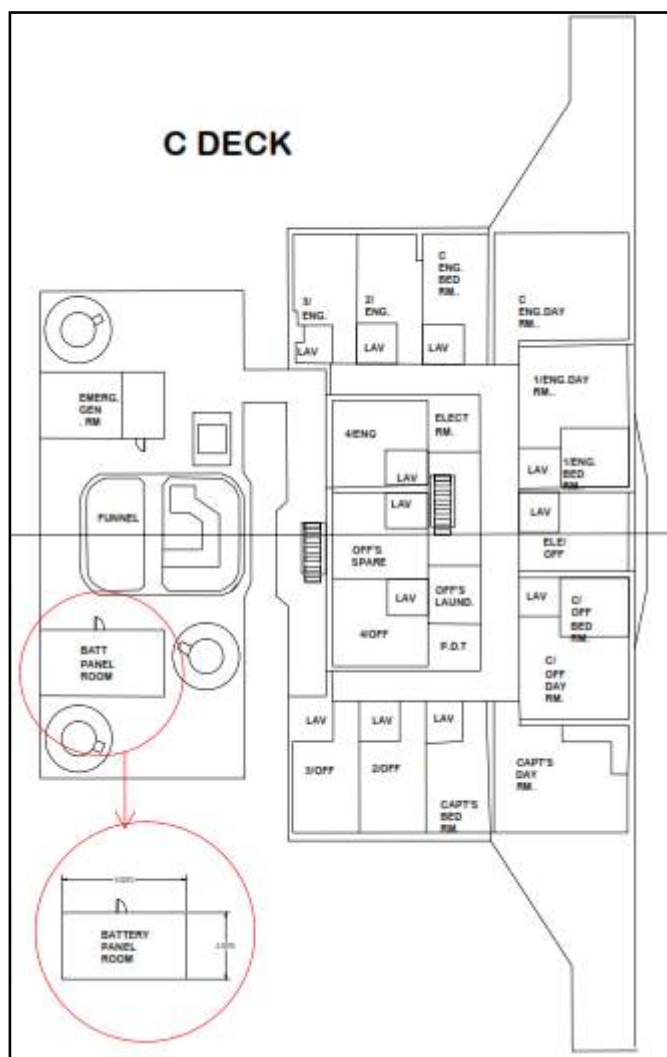
$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 5026,3 \text{ mm} \\ \text{Lebar} &= 2697,5 \text{ mm} \\ \text{Tinggi} &= 2700 \text{ mm} \\ \text{Volume} &= 36.607.799.475 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

Sedangkan volume total ruangan yang dibutuhkan baterai adalah :

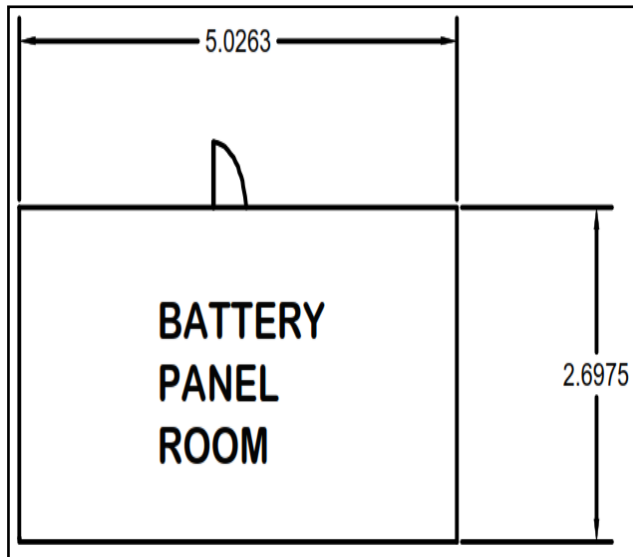
$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 520 \text{ mm} \\ \text{Lebar} &= 268 \text{ mm} \\ \text{Tinggi} &= 225 \text{ mm} \\ \text{Volume} &= 5.713.760 \text{ mm}^3 \\ \text{Jumlah} &= 41 \text{ unit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume Total} &= 5.713.760 \text{ mm}^3 \times 41 \text{ unit} \\ &= 234.264.160 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

$$\text{Perbandingan volume ruangan} = \frac{234.264.160 \text{ mm}^3}{36.607.799.475 \text{ mm}^3}$$



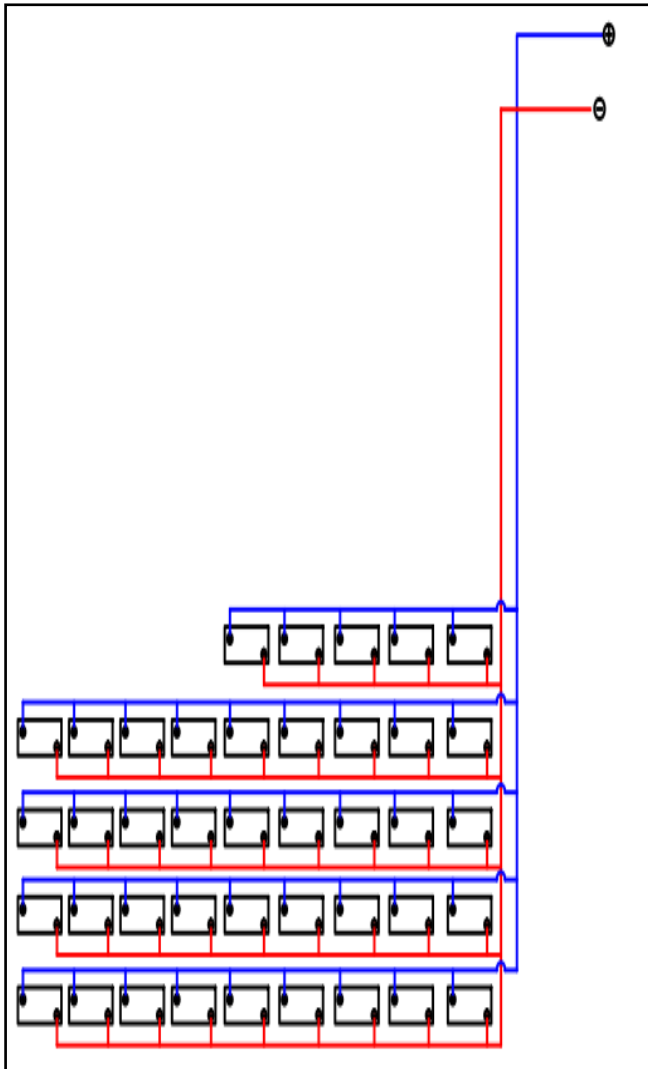
Gambar 4.7 Letak Battery Panel Room pada C Deck



Gambar 4.8 *Battery Panel Room*

Dari perhitungan tersebut, diketahui bahwa dimensi ruang *battery panel room* mencukupi untuk peletakan 41 unit baterai termasuk asumsi 2 meter untuk melakukan inspeksi dan perawatan.

Gambar 4.8 merupakan dimensi ruangan *battery panel room* untuk peletakan baterai yang telah direncanakan. Rangkaian instalasi baterai untuk beban lampu penerangan ditunjukkan pada gambar 4.9.



Gambar 4.9 Rangkaian Instalasi Baterai Untuk Beban Lampu Penerangan

Berdasarkan spesifikasi *solar charger controler* yang dipilih maka jumlah *solar charger controler* dapat ditentukan sebagai berikut :

Type : *Blue Solar Charge Controller 150/100*
Voutput : 12/24 V
Vinput : 145 V
I rated charge : 100 A

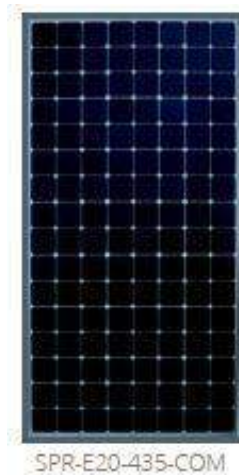
$$\begin{aligned} I_{Pv} &= I_{sc} \times n_{Pv} \\ &= 6,43 \times 57 \\ &= 366,51 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{Charger} &= I_{pv} / I_{rated\ charge} \\ &= 366,51 / 100 \text{ A} \\ &= 3,6651 \approx 4 \text{ unit } solar\ charger\ controler \end{aligned}$$

d. Perancangan Sistem Sel Surya

Pemilihan panel surya berdasarkan perbandingan beberapa spesifikasi panel surya yang ada di pasaran tercantum pada lampiran. Dari perbandingan tersebut, dipilih panel surya dengan spesifikasi sebagai berikut :

Solar Panel : SunPower E20-435-COM
Output Power : 435 Wp
Max Power Voltage : 72,9 V
Max Power Current : 5,97 A
Open Circuit Voltage : 85,6 V
Short Circuit Current : 6,43 A
Efficiency : 20,3%
Size : 2067 x 1046 x 46 mm
Weight : 25,4 kg



Gambar 4.10 Panel Surya Tipe SunPower E20-435-COM

Gambar 4.10 merupakan panel surya *SunPower* yang dipilih untuk dianalisis.

Untuk mengetahui jumlah panel surya yang dibutuhkan di kapal, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Total daya dalam satu hari yang dapat disuplai oleh panel surya (E_{PV}) untuk memenuhi kebutuhan listrik penerangan di kapal MT. Gunung Geulis adalah

$$\begin{aligned}
 E_{PV} &= E_{DC} / \text{Eff}_{\text{batt}} \\
 &= 103534,78 / 0,85 \\
 &= 121805,63 \quad \text{watt-h/hari} \\
 &= 121,81 \quad \text{kwh/hari}
 \end{aligned}$$

Lama waktu penyinaran matahari di Indonesia rata- rata selama 12 jam, dengan lama penyinaran maksimum diasumsikan

selama 5 jam per hari. Sehingga daya maksimum yang dapat disuplai oleh panel surya dalam satu jam (P) adalah :

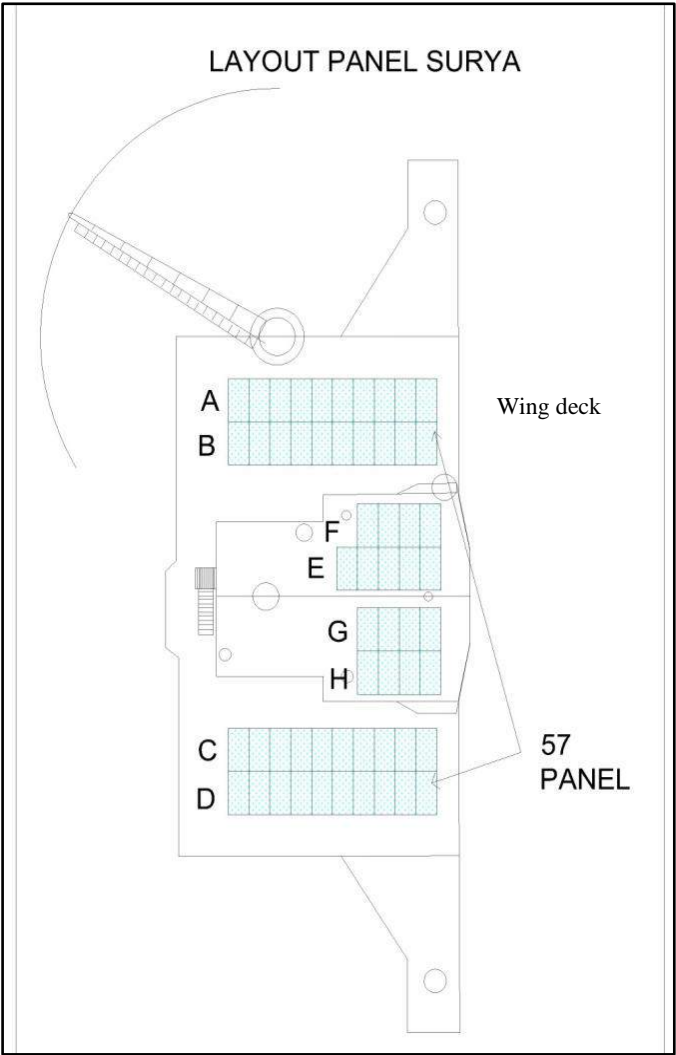
$$\begin{aligned} P &= E_{pv} / h \\ &= 121805,63 / 5 \\ &= 24361,124 \quad \text{watt/jam} \end{aligned}$$

Maka banyaknya panel surya yang dibutuhkan untuk menyuplai beban lampu penerangan di kapal MT. Gunung Geulis secara kontinyu adalah

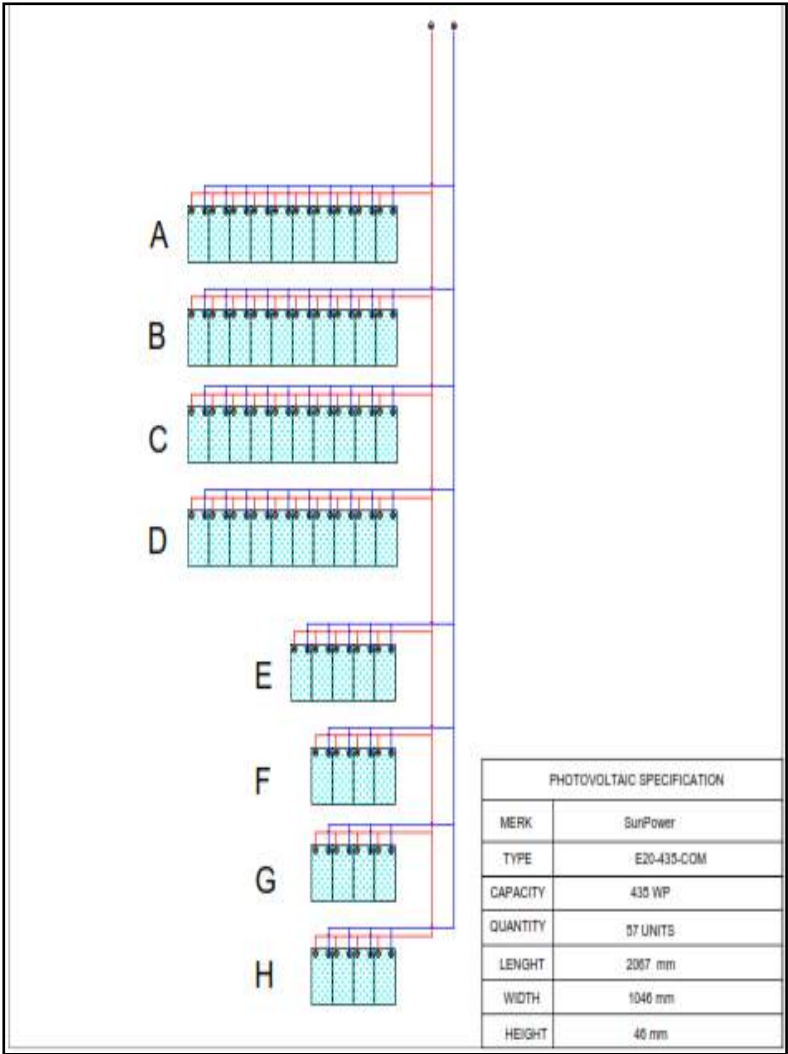
$$\begin{aligned} N &= P / P_{\text{output}} \\ &= 24361,124 / 435 \\ &= 56,003 \\ &\approx 57 \text{ panel disusun paralel} \end{aligned}$$

Setelah diketahui jumlah panel surya yang dibutuhkan untuk menyuplai beban lampu penerangan adalah sebanyak 57 panel, maka berdasarkan hasil optimasi yang telah dilakukan sebelumnya, 57 panel tersebut diletakan di *wingdeck*.

Gambar 4.11 merupakan *layout* peletakan panel surya untuk beban lampu penerangan . Rangkaian instalasi panel surya untuk beban lampu penerangan ditunjukkan pada gambar 4.12.



Gambar 4.11 Peletakan Panel Surya Untuk Beban Lampu Penerangan



Gambar 4.12 Rangkaian Instalasi Panel Surya Untuk Beban Lampu Penerangan

4.6 Detail Perhitungan Sistem Hybrid untuk Menyuplai Beban Peralatan Kelistrikan di Kapal MT. Gunung Geulis

Selain untuk menyuplai beban lampu penerangan, pada penelitian ini sistem hybrid direncanakan untuk menyuplai beban peralatan navigasi, radio komunikasi, *galley and laundry equipment*, serta beberapa komponen yang termasuk *air conditioner and refrigerator device* dengan rincian terlampir. Dimana berdasarkan *load genset*, total kebutuhan daya peralatan tersebut dibagi menjadi *continous load* dan *intermitten load* maka total kebutuhan daya peralatan adalah sebesar 566,7 kw per hari.

Kebutuhan daya peralatan *continous load* per hari

$$= 6,1 \times 24 \text{ jam}$$

$$= 146,4 \text{ kw/hari}$$

Kebutuhan daya peralatan dan *intermitten load* per hari

$$= 140,1 \times 3 \text{ jam}$$

$$= 420,3 \text{ kw/hari}$$

Total kebutuhan daya peralatan per hari

$$= 146,4 + 420,3$$

$$= 566,7 \text{ kw/hari}$$

a. Perancangan Sistem Baterai

Dalam perancangan sistem *hybrid* sel surya dibutuhkan media penyimpanan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Media penyimpanan tersebut dalam hal ini adalah baterai. Baterai digunakan untuk menyuplai kebutuhan beban listrik di malam hari dimana panel surya tidak dapat menyuplai energi dikarenakan tidak adanya sinar matahari.

Untuk menjamin sistem agar dapat beroperasi dengan baik sesuai beban lampu penerangan, maka dipilih baterai sesuai gambar 4.13 dengan spesifikasi sebagai berikut.

Tipe	:	Tree TR 12V 500AH
Kapasitas	:	500 Ah
Tegangan	:	12 Volt
Dimensi	:	589 x 286 x 464 mm



Gambar 4.13 Baterai Tipe Tree

Dari grafik *life cycle* baterai diketahui bahwa saat DOD 50% maka siklus hidup baterai adalah selama 3200 siklus atau 8,5 tahun, sehingga jumlah kebutuhan baterai dapat dihitung sebagai berikut.

3200 cycle, sehingga DoD = 50%

Total kebutuhan daya listrik (E_L) untuk beban peralatan navigasi, radio komunikasi, *galley and laundry equipment*, serta beberapa komponen yang termasuk *air conditioner and refrigerator device* di kapal MT. Gunung Geulis adalah

$$E_L = 566,7 \text{ kwh/hari}$$

$$= 566700 \text{ watt-h/hari}$$

Daya yang harus disuplai dengan memperhitungkan efisiensi inverter (E_{DC}) adalah

$$\begin{aligned} E_{DC} &= E_L / \text{eff inverter} \\ &= 566700 / 0,877 \\ &= 646180,16 \text{ watt/hari} \end{aligned}$$

Daya yang harus disuplai dengan memperhitungkan efisiensi baterai (E_{batt}) adalah

$$\begin{aligned} E_{batt} &= E_{DC} / (\text{DoD} \times \text{Eff batt}) \\ &= 646180,16 / (0,5 \times 0,85) \\ &= 1520423,9 \text{ watt/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Energi tiap baterai} &= 500 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} \\ &= 6000 \text{ watt/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah baterai} &= E_{batt} / \text{Energi tiap baterai} \\ &= 1520423,9 / 6000 \\ &= 251,8926 \approx 252 \text{ baterai disusun paralel} \end{aligned}$$

Setelah menentukan jumlah baterai yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah menentukan lokasi peletakan baterai. Baterai direncanakan diletakan pada *battery panel room* di *C deck* dengan dimensi sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 5026,3 \text{ mm} \\ \text{Lebar} &= 2697,5 \text{ mm} \\ \text{Tinggi} &= 2700 \text{ mm} \\ \text{Volume} &= 36.607.799.475 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

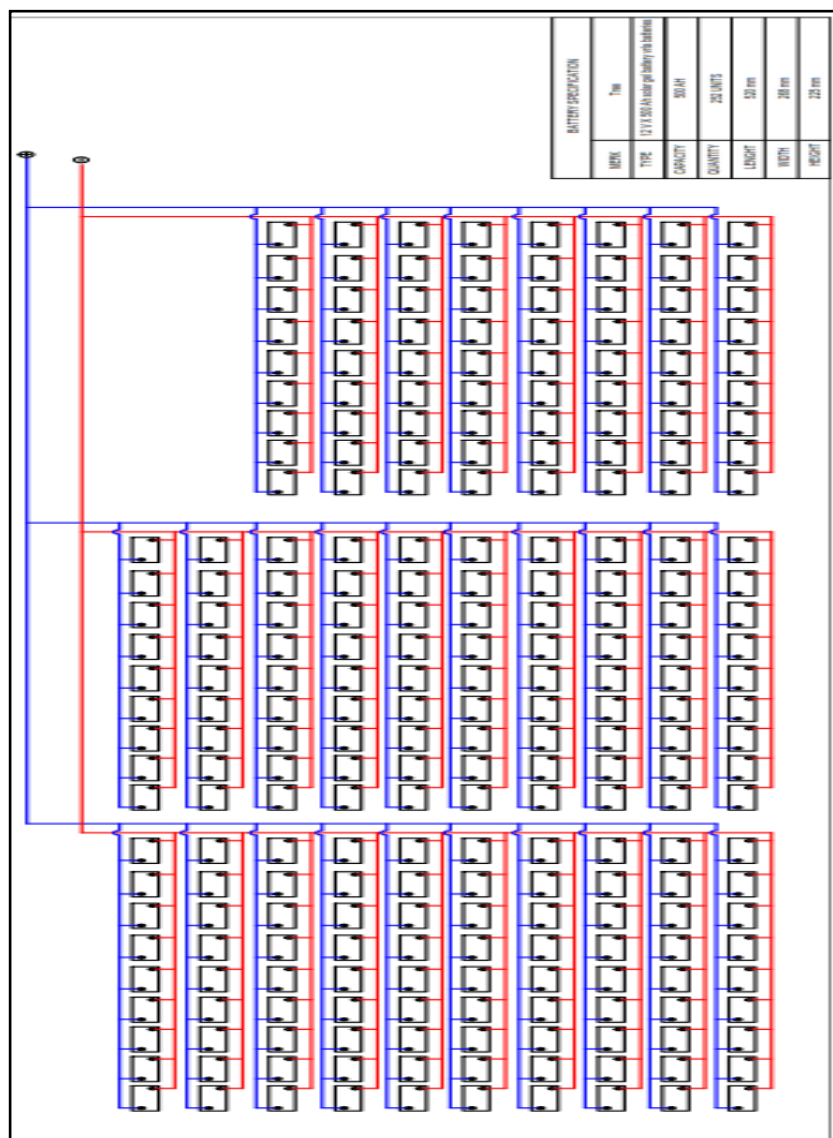
Sedangkan volume total ruangan yang dibutuhkan baterai adalah :

Panjang = 520 mm
 Lebar = 268 mm
 Tinggi = 225 mm
 Volume = 5.713.760 mm
 Jumlah = 252 unit

Volume Total = 5.713.760 mm x 252 unit
 = 1.439.867.520 mm³

Perbandingan volume ruangan = $\frac{1.439.867.520 \text{ mm}^3}{36.607.799.475 \text{ mm}^3}$

Dari perhitungan tersebut, dimensi ruang *battery panel room* mencukupi untuk peletakan 252 unit baterai termasuk asumsi 2 meter untuk melakukan inspeksi dan perawatan. Gambar 4.14 merupakan rangkaian instalasi baterai untuk beban peralatan.



Gambar 4.14 Rangkaian Instalasi Baterai Untuk Beban Peralatan

Berdasarkan spesifikasi *solar charger controler* yang dipilih maka jumlah *solar charger controler* dapat ditentukan sebagai berikut :

Type : *Blue Solar Charge Controller 150/100*
Voutput : 12/24 V
Vinput : 145 V
I rated charge : 100 A

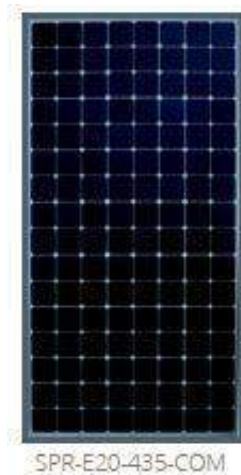
$$\begin{aligned}
 I_{Pv} &= I_{sc} \times n_{Pv} \\
 &= 6,43 \times 350 \\
 &= 2050,5 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{Charger} &= I_{pv} / I_{rated\ charge} \\
 &= 2050,5 / 100 \text{ A} \\
 &= 20,5 \approx 21 \text{ unit solar charger controler}
 \end{aligned}$$

b. Perancangan Sistem Sel Surya

Pemilihan panel surya berdasarkan perbandingan beberapa spesifikasi panel surya yang ada di pasaran tercantum pada lampiran. Dari perbandingan tersebut, dipilih panel surya dengan spesifikasi sebagai berikut :

Solar Panel : SunPower E20-435-COM
 Output Power : 435 Wp
 Max Power Voltage : 72,9 V
 Max Power Current : 5,97 A
 Open Circuit Voltage : 85,6 V
 Short Circuit Current : 6,43 A
 Efficiency : 20,3%
 Size : 2067 x 1046 x 46 mm



Gambar 4. 15 Panel Surya Tipe SunPower E20-435-COM

Gambar 4.15 merupakan panel surya *SunPower* yang dipilih untuk dianalisis.

Untuk mengetahui jumlah panel surya yang dibutuhkan di kapal, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

Total daya dalam satu hari yang dapat disuplai oleh panel surya (E_{PV}) untuk memenuhi kebutuhan beban peralatan navigasi, radio komunikasi, *galley and laundry equipment*, serta beberapa komponen yang termasuk *air conditioner and refrigerator device* di kapal MT. Gunung Geulis adalah

$$\begin{aligned}
 E_{PV} &= E_{DC} / \text{Eff}_{\text{batt}} \\
 &= 646180,16 / 0,85 \\
 &= 760211,95 \quad \text{watt-h/hari} \\
 &= 760,211 \quad \text{kwh/hari}
 \end{aligned}$$

Lama waktu penyinaran matahari di Indonesia rata- rata selama 12 jam, dengan lama penyinaran maksimum diasumsikan selama 5 jam per hari. Sehingga daya maksimum yang dapat disuplai oleh panel surya dalam satu jam (P) adalah :

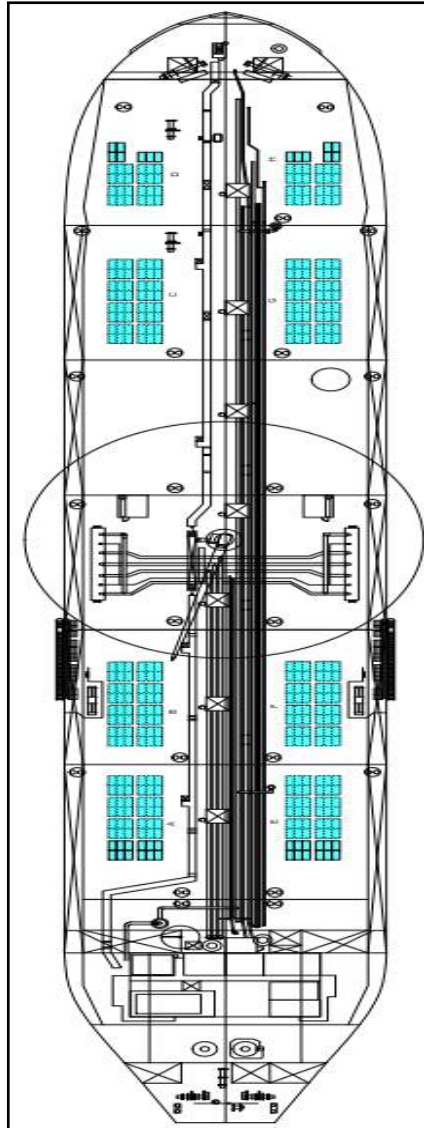
$$\begin{aligned} P &= E_{pv} / h \\ &= 760211,95 / 5 \\ &= 152042,39 \quad \text{watt/jam} \end{aligned}$$

Maka banyaknya panel surya yang dibutuhkan untuk menyuplai beban peralatan di kapal MT. Gunung Geulis secara kontinyu adalah

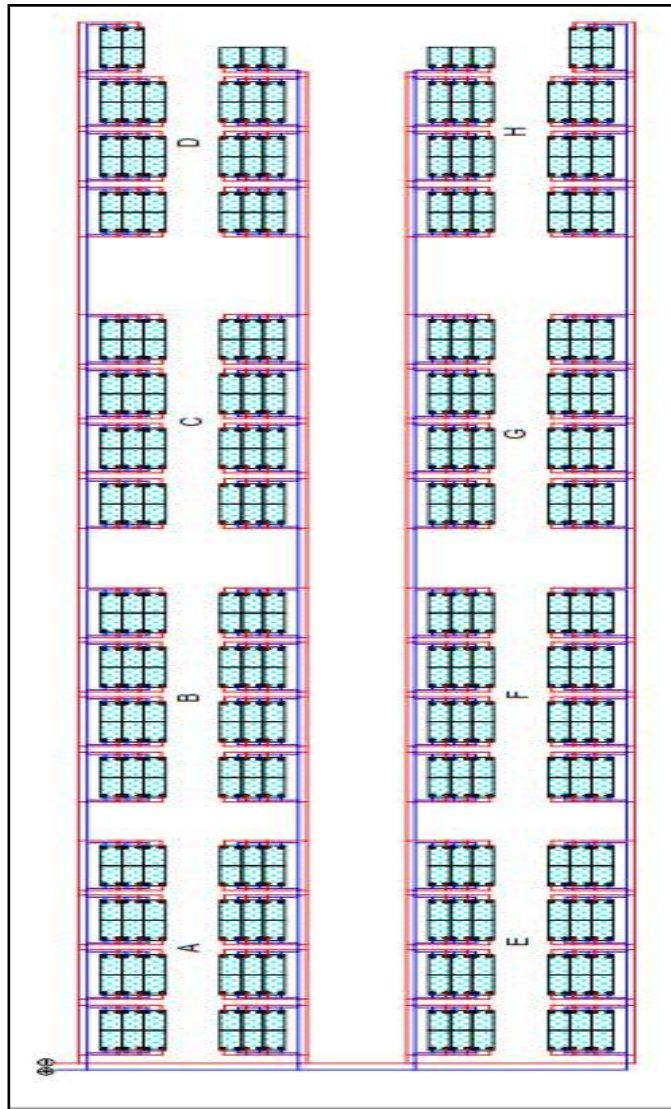
$$\begin{aligned} N &= P / P_{\text{output}} \\ &= 152042,39 / 435 \\ &= 349,523 \\ &\approx 350 \text{ panel disusun paralel} \end{aligned}$$

Setelah diketahui jumlah panel surya yang dibutuhkan untuk menyuplai beban peralatan navigasi, radio komunikasi, *galley and laundry equipment*, serta beberapa komponen yang termasuk *air conditioner and refrigerator device* adalah sebanyak 350 panel, maka berdasarkan hasil optimasi yang telah dilakukan sebelumnya, 350 panel tersebut diletakan di *cargo area*.

Gambar 4.16 merupakan *layout* peletakan panel surya untuk beban peralatan. Gambar 4.17 merupakan rangkaian instalasi baterai untuk beban peralatan.



Gambar 4.16 Peletakan Panel Surya Untuk Beban Peralatan



Gambar 4.17 Rangkaian Instalasi Panel Surya Untuk Beban Peralatan

4.7 Pembuatan Wiring Diagram

Setelah dilakukan perancangan sistem *hybrid*, maka langkah selanjutnya adalah membuat *wiring diagram* dari masing-masing sistem yang ada. Tujuannya adalah agar mempermudah saat pemasangan instalasi dan mengetahui pembagian zona penerangan yang ada di kapal. Adapun *wiring diagram* dari sistem *hybrid* yang telah dirancang tercantum pada lampiran.

4.8 Analisis Keekonomian

Analisis keekonomian sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* (sel surya dan diesel generator) dilakukan dalam rangka mendapatkan gambaran mengenai prospek penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* (sel surya dan diesel generator) di kapal pada masa yang akan datang. Hal ini dilakukan dengan cara membandingkan keekonomian sistem pembangkit listrik konvensional (sebelum menggunakan *hybrid*) dengan sistem pembangkit listrik *hybrid* (sel surya dan diesel generator).

4.8.1 Perhitungan *Initial Cost* Sistem Pembangkit Listrik Konvensional

Biaya awal atau *initial cost* adalah biaya yang dikeluarkan mulai awal pembangunan sampai pembangunan tersebut selesai (Tugino, 2004). Dalam menentukan besarnya nilai *initial cost* atau biaya awal, maka harus diketahui seluruh komponen yang akan dipasang dalam rangka menunjang sistem .

Dalam hal ini, *initial cost* pada sistem konvensional hanya berupa biaya investasi awal lampu FL sebelum dilakukan penggantian menggunakan lampu LED. Biaya komponen lampu FL pada kapal MT. Gunung Geulis tercantum pada tabel 4.9. Detail perhitungan tercantum pada lampiran.

Tabel 4.9 Rincian *Initial Cost* Komponen Sistem Konvensional

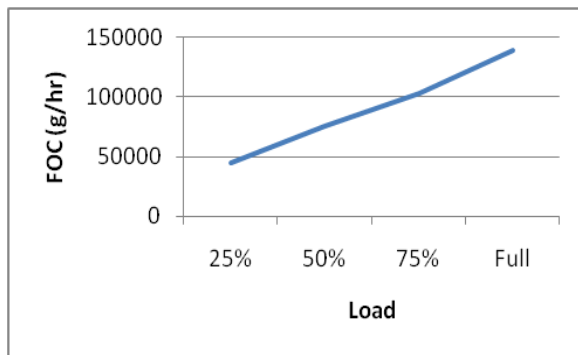
Lokasi	Harga	
<i>Nav. Bridge Deck</i> LTS (L-1)	Rp	7.961.934,28
<i>C Deck</i> LTS (L-3)	Rp	24.657.250,22
<i>B Deck</i> LTS (L-4)	Rp	22.373.973,97
<i>A Deck</i> LTS (L-5)	Rp	15.984.533,71
<i>Upper Deck</i> LTS (L-5)	Rp	17.969.417,42
<i>Engine room</i> LTS (L-7)	Rp	60.020.099,46
Total	Rp	148.967.209,06

4.8.2 Perhitungan Biaya Konsumsi Bahan Bakar Generator Sistem Pembangkit Listrik Konvensional

Berdasarkan data konsumsi bahan bakar kapal MT. Gunung Geulis ketika kondisi *sea going*, total beban yang harus disuplai oleh generator adalah sebesar 792,6 kw. Dengan spesifikasi generator kapal MT. Gunung Geulis sebesar 680 kw, maka untuk mensuplai total beban sebesar 792,6 kw dibutuhkan 2 generator beroperasi saat kondisi *sea going* dengan persentase distribusi daya generator I yaitu 75% dan generator II 50%. Sehingga dapat diketahui konsumsi bahan bakar masing-masing generator yang tercantum pada tabel 4.10 serta grafik 4.2.

Tabel 4.10 Persentase Distribusi Daya Generator Kapal MT. Gunung Geulis

<i>Fuel Consumption</i>				
<i>Load (KW)</i>	25%	50%	75%	Full
	170	340	510	680
FOC (l/hr)	44,21287128	74,4257426	101,638614	137,8514851
FOC (g/hr)	44654,99999	75170	102655	139230



Grafik 4.2 *Performance Curve* Diesel Generator Kapal MT. Gunung Geulis

Dari Tabel 4.10 dapat dihitung total konsumsi bahan bakar generator (*Fuel Oil Consumption*) kapal MT. Gunung Geulis per hari adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 FOC \text{ genset-1 (75\%)} &= FOC \times 24 \text{ h} \\
 &= 102655 \text{ g/hr} \times 24 \\
 &= 2463720 \text{ gr/hari}
 \end{aligned}$$

$$FOC \text{ genset-2 (50\%)} = FOC \times 24 \text{ h}$$

$$\begin{aligned}
 &= 75170 \text{ g/hr} \times 24 \\
 &= 1804080 \text{ gr/hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Konsumsi Bahan Bakar Generator Pada Sistem Konvensional Kapal MT. Gunung Geulis Per Tahun

	<i>Load genset</i>		
Genset-1	75%	2463720	gr/hari
Genset-2	50%	1804080	gr/hari
TOTAL		4267800	gr/hari
		4,2678	Ton/hari
		1101,0924	Ton/tahun

Konsumsi bahan bakar generator pada sistem konvensional tercantum pada tabel 4.11. Biaya konsumsi bahan bakar generator (*Fuel Oil Consumption*) kapal MT. Gunung Geulis per tahun adalah

$$\begin{aligned}
 &\text{FOC} \times \text{harga HFO} \times \text{kurs rupiah} = \\
 &1101,0924 \times 420,472 \times 13.333,00 = \\
 &\text{Rp } 6.172.903.116,64 / \text{tahun}
 \end{aligned}$$

Dimana,

- Harga HFO (per 29 april 2016) = 420,4727127 USD / Ton (www.bunkerindex.com)
- Kurs USD to IDR (per 17 mei 2016) = Rp13.333,00 / USD

4.8.3 Perhitungan Biaya Operasional Sistem Pembangkit Listrik Konvensional

Biaya operasional dalam hal ini berupa *cash flow* atau arus kas selama 25 tahun pengoperasian sistem pembangkit listrik konvensional pada kapal MT. Gunung Geulis. *Cash flow* atau

arus kas adalah suatu laporan keuangan yang berisikan pengaruh kas dari kegiatan operasi, kegiatan transaksi investasi dan kegiatan transaksi pembiayaan/pendanaan serta kenaikan atau penurunan bersih dalam kas suatu perusahaan selama satu periode. (Fish, 1915). Variabel *cash flow* pada perhitungan ini adalah *initial cost* dan biaya konsumsi bahan bakar generator seperti perhitungan yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya. Sehingga *cash flow* tahun pertama adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 &= \text{initial cost} + \text{Biaya konsumsi bahan bakar generator} \\
 &= \text{Rp } 148.967.209,06 + \text{Rp } 6.172.903.116,64 \\
 &= \text{Rp } 6.321.870.325,70
 \end{aligned}$$

4.8.4 Perhitungan *Initial Cost* Sistem Pembangkit Listrik *Hybrid*

Pada sistem pembangkit listrik *hybrid* ini, variabel *initial cost* pada sistem konvensional hanya berupa biaya investasi awal meliputi komponen sistem pembangkit listrik *hybrid* serta biaya instalasi komponen seperti tercantum pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Rincian *Initial Cost* Komponen Sistem *Hybrid*

Panel Surya				
Tipe	Daya Output (wp)	Unit	Harga per unit (Rp)	Harga total
SunPower E20-435-COM	435	407	Rp 5.740.906,00	Rp 2.336.548.742,00
Solar Charge Controller				
Tipe	Vin / Vout / I _{max}	Unit	Harga per unit (Rp)	Harga total
Blue solar 150/100	12/24vdc / 145v / 100A	25	Rp 11.203.518,00	Rp 280.087.950,00
Baterai				

Tipe	A / V	Unit	Harga per unit (Rp)	Harga total
TR 12V 500AH	500Ah / 12V	295	Rp 2.533.785,00	Rp 747.466.575,00
Inverter				
Tipe	Daya Output (w)	Unit	Harga per unit (Rp)	Harga total
pwri8k22050	10000	3	Rp 1.362.250,00	Rp 4.086.750,00
Lampu				
Tipe				Harga total
LED				Rp 72.565.175,00
Biaya Instalasi				
			Biaya Komponen	Harga total
Instalasi(15% biaya komponen sistem)			Rp3.440.755.192,00	Rp 516.113.278,80

Sehingga total biaya awal (*initial costs*) yang dikeluarkan untuk pemasangan instalasi sistem pembangkit listrik *hybrid* tercantum pada tabel 4.13 sebagai berikut :

Tabel 4.13 *Initial Cost* Komponen Sistem *Hybrid*

Panel Surya	Rp 2.336.548.742,00
Solar Charge Controller	Rp 280.087.950,00
Baterai	Rp 747.466.575,00
Lampu LED	Rp 72.565.175,00
Inverter	Rp 4.086.750,00
Biaya Instalasi	Rp 516.113.278,80
Total <i>initial cost</i> sistem	Rp 3.956.868.470,80

4.8.5 Perhitungan Biaya Konsumsi Bahan Bakar Generator Sistem Pembangkit Listrik *Hybrid*

Setelah dilakukan perencanaan sistem *hybrid* (Sel Surya dan Diesel Generator) pada kapal MT. Gunung Geulis dimana daya tersebut sudah dikurangi beban lampu penerangan, peralatan navigasi, radio komunikasi, *galley and laundry equipment*, serta beberapa komponen yang termasuk *air conditioner and refrigerator device* maka total kebutuhan daya yang harus disuplai oleh generator menjadi 679,4 kw pada kondisi *sea going*. Untuk mensuplai total kebutuhan daya sebesar 679,4 kw, maka dibuat tiga skenario persentase distribusi daya generator seperti tercantum pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Skenario Konsumsi Bahan Bakar Generator Pada Sistem Hybrid Kapal MT. Gunung Geulis

Skenario 1			
Hybrid (PV & 1 Unit Genset)	Load genset		
genset 1	100%	3341520	gr/hari
	TOTAL	3341520	gr/hari
		3,34152	ton/hari
		862,11216	ton/tahun
Skenario 2			
Hybrid (PV & 2 Unit Genset)	Load genset		
genset 1	50%	1804080	gr/hari
genset 2	50%	1804080	gr/hari
	TOTAL	3608160	gr/hari
		3,60816	ton/hari
		930,90528	ton/tahun
Skenario 3			
Hybrid (PV & 2 Unit Genset)	Load genset		
genset 1	75%	2463720	gr/hari
genset 2	25%	1071720	gr/hari
	TOTAL	3535440	gr/hari
		3,53544	ton/hari
		912,14352	ton/tahun

- Skenario 1

$$\begin{aligned} FOC \text{ genset-1 (100\%)} &= FOC \times 24 \text{ jam} \\ &= 139230 \text{ g/hr} \times 24 \\ &= 3341520 \text{ gr/hari} \end{aligned}$$

- Skenario 2

$$\begin{aligned} FOC \text{ genset-1 (50\%)} &= FOC \times 24 \text{ jam} \\ &= 75170 \text{ g/hr} \times 24 \\ &= 1804080 \text{ gr/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FOC \text{ genset-2 (50\%)} &= FOC \times 24 \text{ jam} \\ &= 75170 \text{ g/hr} \times 24 \\ &= 1804080 \text{ gr/hari} \end{aligned}$$

- Skenario 3

$$\begin{aligned} FOC \text{ genset-1 (75\%)} &= FOC \times 24 \text{ jam} \\ &= 75170 \text{ g/hr} \times 24 \\ &= 2463720 \text{ gr/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FOC \text{ genset-2 (25\%)} &= FOC \times 24 \text{ jam} \\ &= 44,21287128 \text{ g/hr} \times 24 \\ &= 1071720 \text{ gr/hari} \end{aligned}$$

Dari ketiga skenario tersebut, dipilih skenario kedua untuk diterapkan.

Biaya konsumsi bahan bakar generator (*Fuel Oil Consumption*) kapal MT. Gunung Geulis per tahun adalah

$$\begin{aligned} &FOC \times \text{harga HFO} \times \text{kurs rupiah} = \\ &930,90528 \times 420,472 \times 13.333,00 = \\ &\text{Rp } 5.218.806.436,51 / \text{tahun} \end{aligned}$$

Dimana,

- Harga HFO (per 29 april 2016) = 420,4727127 USD / Ton
(www.bunkerindex.com)
- Kurs USD to IDR (per 17 mei 2016) = Rp13.333,00 / USD

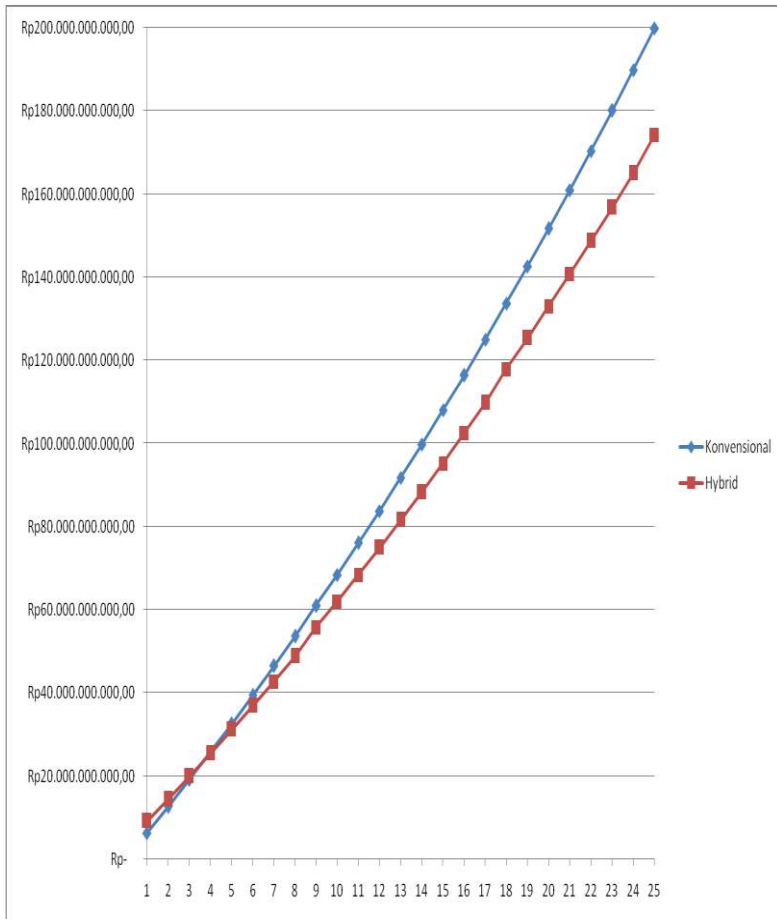
4.8.6 Perhitungan Biaya Operasional Sistem Pembangkit Listrik *Hybrid*

Biaya operasional dalam hal ini berupa *cash flow* atau arus kas selama 25 tahun pengoperasian sistem pembangkit listrik *hybrid* pada kapal MT. Gunung Geulis. *Cash flow* atau arus kas adalah suatu laporan keuangan yang berisikan pengaruh kas dari kegiatan operasi, kegiatan transaksi investasi dan kegiatan transaksi pembiayaan/pendanaan serta kenaikan atau penurunan bersih dalam kas suatu perusahaan selama satu periode. (Fish, 1915). Variabel *cash flow* pada perhitungan ini adalah *initial cost* dan biaya konsumsi bahan bakar generator seperti perhitungan yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya. Sehingga *cash flow* pada tahun pertama adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 &= \text{initial cost} + \text{biaya konsumsi bahan bakar generator} \\
 &= \text{Rp } 3.956.868.470,80 + \text{Rp } 5.218.806.436,51 \\
 &= \text{Rp } 9.175.674.907,31
 \end{aligned}$$

4.8.7 Analisis *Break Even Point* (BEP)

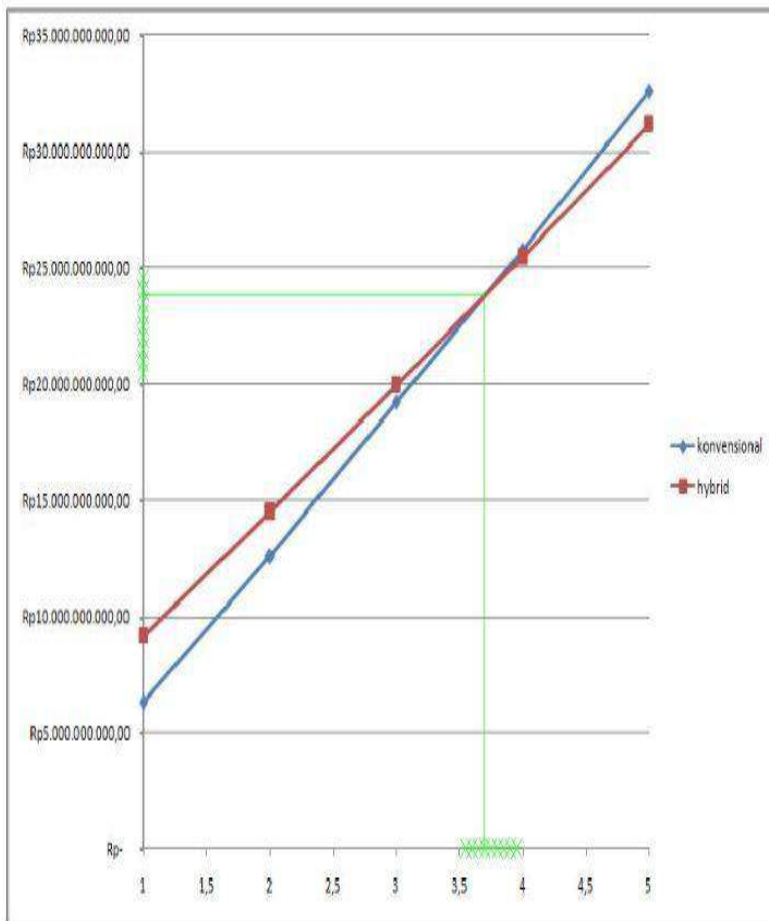
Break Even Point (BEP) adalah suatu keadaan perusahaan dimana dengan keadaan tersebut perusahaan tidak mengalami kerugian juga perusahaan tidak mendapat laba sehingga terjadi keseimbangan atau impas. (Syafaruddin, 1990)



Grafik 4.3 Perbandingan Biaya Investasi dan Operasional Sistem Konvensional Dengan Sistem *Hybrid* Dalam Jangka Waktu 25 Tahun

Grafik 4.3 memperlihatkan perpotongan grafik biaya investasi dan operasional antara sistem konvensional dengan sistem *hybrid* dalam jangka waktu 25 tahun. Apabila jangka waktu diperpendek hingga 5 tahun, hasilnya ditunjukkan pada grafik 4.4. Pada grafik

4.4 terlihat lebih jelas bahwa titik perpotongan biaya investasi dan operasional antara sistem konvensional dengan sistem *hybrid* mencapai jumlah yang sama pada tahun ke 3,69 dengan nominal sebesar Rp 23.980.000.000,00 atau \$ 1.803.007,52 .



Grafik 4.4 Perbandingan Biaya Investasi dan Operasional Sistem Konvensional Dengan Sistem *Hybrid* Dalam Jangka Waktu 5 Tahun

4.9 Analisis Penghematan Konsumsi Bahan Bakar Generator

Dari perhitungan konsumsi bahan bakar generator menggunakan sistem konvensional dan sistem *hybrid* pada subbab sebelumnya, dapat dilakukan analisis penghematan konsumsi bahan bakar generator.

Dimana,

Konsumsi bahan bakar generator sistem konvensional = 1101,0924 ton / tahun

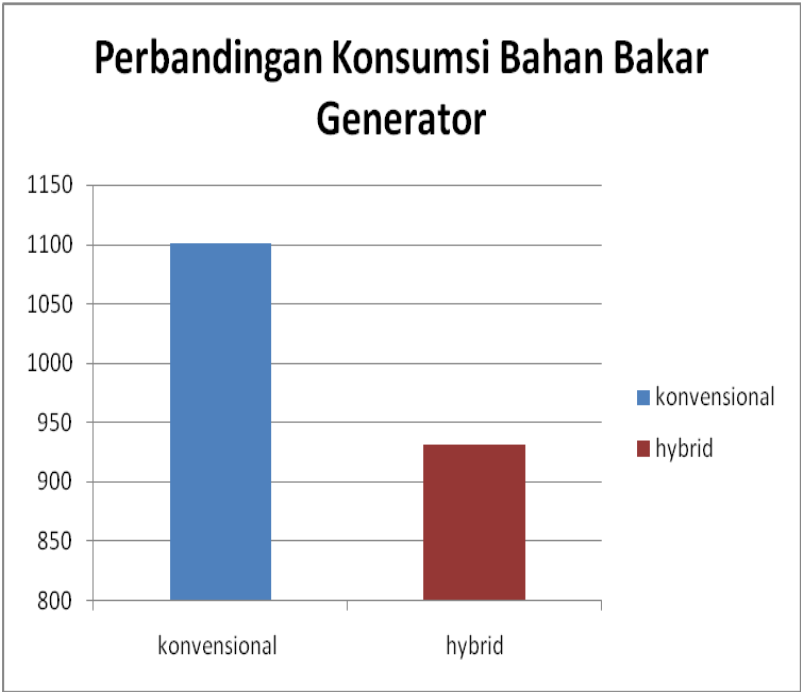
Konsumsi bahan bakar generator sistem *hybrid* = 930,9052 ton / tahun

Besar penghematan bahan bakar generator adalah

$$= \frac{\text{Konsumsi konvensional} - \text{konsumsi } hybrid}{\text{Konsumsi konvensional}} \times 100\%$$

$$= \frac{1101,0924 - 930,9052}{1101,0924} \times 100\% \\ = 15,5 \%$$

Perbandingan konsumsi bahan bakar generator menggunakan sistem konvensional dan setelah menggunakan sistem *hybrid* ditunjukkan dalam grafik 4.5. Dari grafik 4.5 dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan pembangkit listrik sistem *hybrid* (diesel generator dan panel surya) pada kapal MT. Gunung Geulis dapat menghemat konsumsi bahan bakar generator sebesar 15,5% per tahun.



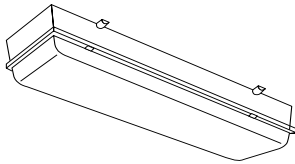
Grafik 4.5 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Generator

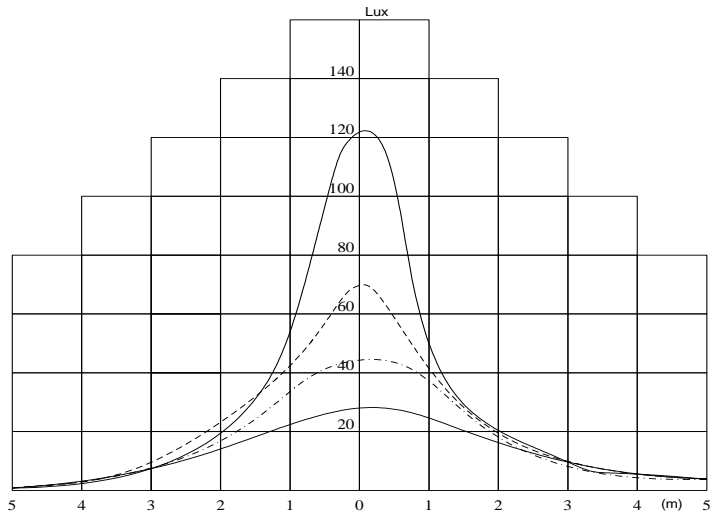
LAMPIRAN

Lampiran Tabel Intensitas Lampu

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

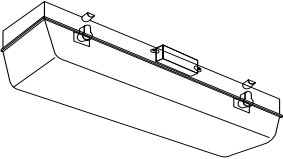
Indeks :
LEF-151N

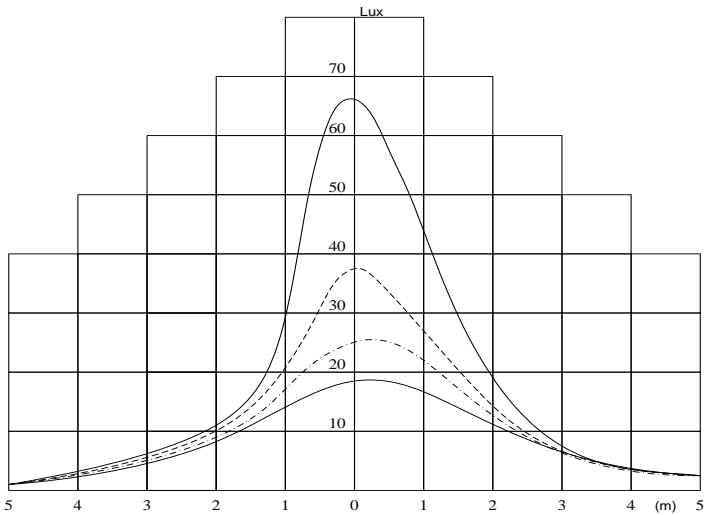
Model	Jenis Armatur	d
	LEF-151N ^{FL 20 w x 2}	0.7



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.262	0.230	0.210	0.255	0.232	0.210	0.227	0.206	0.186
0.80	(I)	0.314	0.291	0.275	0.312	0.284	0.268	0.283	0.265	0.245
1.00	(H)	0.350	0.325	0.310	0.340	0.318	0.302	0.315	0.299	0.279
1.25	(G)	0.379	0.355	0.337	0.366	0.440	0.328	0.338	0.326	0.306
1.50	(F)	0.407	0.378	0.352	0.382	0.363	0.346	0.361	0.345	0.326
2.00	(E)	0.420	0.407	0.387	0.416	0.399	0.376	0.384	0.373	0.353
2.50	(D)	0.460	0.432	0.412	0.445	0.421	0.405	0.414	0.402	0.382
3.00	(C)	0.478	0.451	0.421	0.459	0.425	0.418	0.428	0.412	0.392
4.00	(B)	0.496	0.469	0.454	0.475	0.442	0.441	0.443	0.434	0.416
5.00	(A)	0.508	0.483	0.446	0.488	0.466	0.450	0.454	0.443	0.423

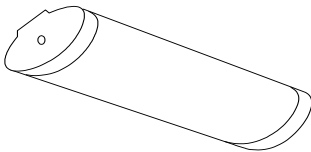
Indeks :
LEF-151S

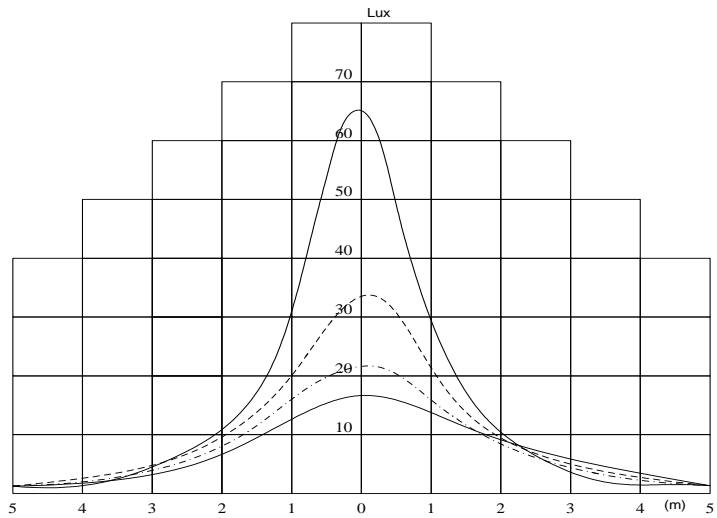
Model	Jenis Armatur	d
	<div>LEF-151S FL 15 W 1</div>	0.7



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.295	0.246	0.213	0.283	0.250	0.211	0.233	0.207	0.206
0.80	(I)	0.368	0.314	0.283	0.350	0.301	0.272	0.296	0.267	0.252
1.00	(H)	0.406	0.357	0.327	0.390	0.345	0.317	0.336	0.308	0.294
1.25	(G)	0.452	0.408	0.368	0.421	0.378	0.346	0.367	0.336	0.378
1.50	(F)	0.487	0.439	0.393	0.452	0.413	0.374	0.399	0.366	0.355
2.00	(E)	0.538	0.488	0.461	0.503	0.460	0.421	0.438	0.304	0.400
2.50	(D)	0.588	0.523	0.475	0.507	0.496	0.456	0.475	0.465	0.431
3.00	(C)	0.608	0.556	0.493	0.566	0.521	0.418	0.499	0.468	0.461
4.00	(B)	0.650	0.596	0.554	0.603	0.553	0.525	0.552	0.509	0.499
5.00	(A)	0.672	0.624	0.581	0.623	0.578	0.546	0.549	0.582	0.527

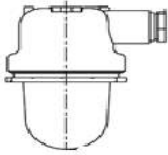
Indeks :
LES-
151N

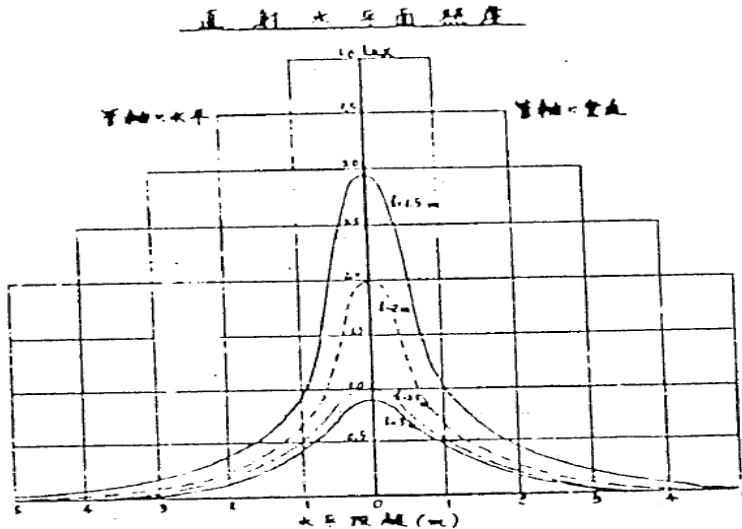
Model	Jenis Armatur	d
	<div>LES- FL 151N 1</div>	0.7



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.262	0.230	0.210	0.255	0.232	0.210	0.227	0.206	0.186
0.80	(I)	0.314	0.291	0.275	0.312	0.284	0.268	0.283	0.265	0.245
1.00	(H)	0.350	0.325	0.310	0.340	0.318	0.302	0.315	0.299	0.279
1.25	(G)	0.379	0.355	0.337	0.366	0.440	0.328	0.338	0.326	0.306
1.50	(F)	0.407	0.378	0.352	0.382	0.363	0.346	0.361	0.345	0.326
2.00	(E)	0.420	0.407	0.387	0.416	0.399	0.376	0.384	0.373	0.353
2.50	(D)	0.460	0.432	0.412	0.445	0.421	0.405	0.414	0.402	0.382
3.00	(C)	0.478	0.451	0.421	0.459	0.425	0.418	0.428	0.412	0.392
4.00	(B)	0.496	0.469	0.454	0.475	0.442	0.441	0.443	0.434	0.416
5.00	(A)	0.508	0.483	0.446	0.488	0.466	0.450	0.454	0.443	0.423

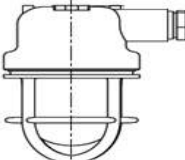
Indeks :
MINOR 568

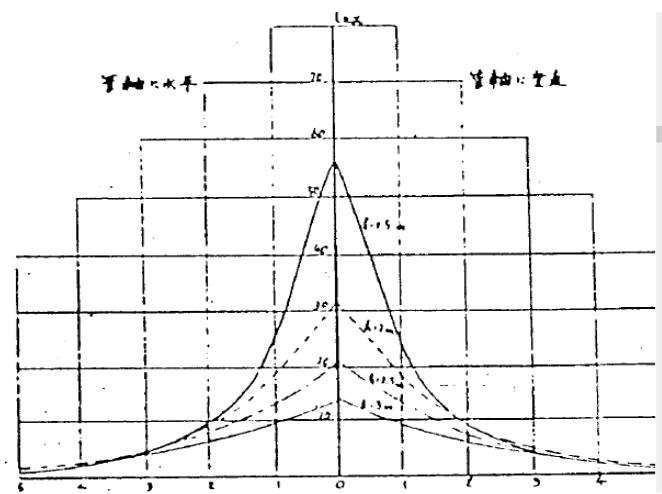
Model	Jenis Armatur	d
	MINOR 568 4.4 W	0.65



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.169	0.135	0.106	0.158	0.130	0.980	0.110	0.094	0.092
0.80	(I)	0.216	0.171	0.166	0.195	0.157	0.132	0.149	0.128	0.123
1.00	(H)	0.263	0.200	0.172	0.226	0.186	0.161	0.172	0.146	0.142
1.25	(G)	0.276	0.213	0.188	0.266	0.203	0.181	0.192	0.167	0.164
1.50	(F)	0.302	0.239	0.222	0.278	0.253	0.207	0.216	0.189	0.182
2.00	(E)	0.363	0.298	0.260	0.305	0.269	0.235	0.243	0.213	0.210
2.50	(D)	0.375	0.327	0.286	0.336	0.285	0.265	0.270	0.244	0.241
3.00	(C)	0.397	0.352	0.308	0.352	0.314	0.283	0.290	0.264	0.254
4.00	(B)	0.635	0.390	0.358	0.388	0.344	0.304	0.317	0.297	0.291
5.00	(A)	0.656	0.413	0.376	0.607	0.363	0.337	0.329	0.317	0.312

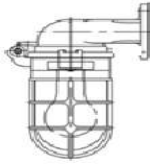
Indeks :
LEKN-08WU-B

Model	Jenis Armatur	d
	LEKN-08WU-B 8 W	0.65

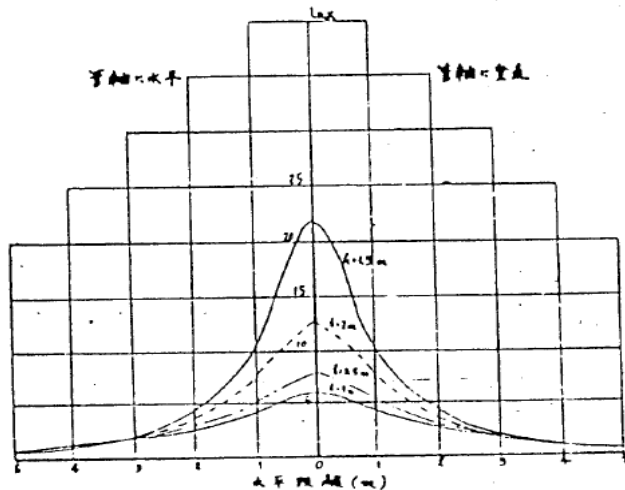


Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.195	0.151	0.123	0.139	0.150	0.115	0.125	0.108	0.102
0.80	(I)	0.268	0.188	0.153	0.233	0.180	0.153	0.168	0.146	0.140
1.00	(H)	0.279	0.231	0.201	0.255	0.213	0.186	0.195	0.166	0.161
1.25	(G)	0.316	0.260	0.231	0.278	0.238	0.209	0.219	0.191	0.185
1.50	(F)	0.366	0.288	0.256	0.303	0.267	0.232	0.244	0.214	0.210
2.00	(E)	0.393	0.363	0.300	0.368	0.305	0.269	0.274	0.245	0.241
2.50	(D)	0.427	0.376	0.329	0.376	0.324	0.288	0.304	0.276	0.272
3.00	(C)	0.459	0.401	0.355	0.397	0.356	0.320	0.335	0.297	0.292
4.00	(B)	0.495	0.446	0.407	0.432	0.389	0.362	0.354	0.337	0.327
5.00	(A)	0.517	0.475	0.435	0.453	0.411	0.383	0.368	0.354	0.368

Indeks :
LEKH-03WG-P

Model	Jenis Armatur	d
	LEKH-03WG-P 3 W	0.65

直射水平面照度



Faktor (k)	Ceiling	75			50			30		0
	Wall	50	30	10	50	30	10	30	10	0
	Floor	10			10			10		0
Efisiensi		Faktor Refleksi								
0.60	(J)	0.185	0.163	0.117	0.168	0.141	0.109	0.117	0.102	0.990
0.80	(I)	0.235	0.188	0.160	0.209	0.163	0.145	0.158	0.137	0.132
1.00	(H)	0.265	0.221	0.192	0.239	0.200	0.174	0.183	0.156	0.151
1.25	(G)	0.299	0.235	0.222	0.262	0.224	0.187	0.205	0.179	0.172
1.50	(F)	0.328	0.185	0.263	0.288	0.251	0.212	0.228	0.203	0.198
2.00	(E)	0.391	0.325	0.285	0.325	0.287	0.254	0.255	0.339	0.224
2.50	(D)	0.605	0.355	0.316	0.354	0.315	0.282	0.286	0.358	0.353
3.00	(C)	0.630	0.387	0.332	0.376	0.335	0.302	0.303	0.278	0.272
4.00	(B)	0.668	0.623	0.383	0.607	0.367	0.341	0.330	0.310	0.308
5.00	(A)	0.688	0.666	0.607	0.625	0.387	0.361	0.366	0.330	0.325

Lampiran Perhitungan FL Menjadi LED

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Formula :

1. Area(A) = $p \times l$ where:
 p = Length (m)
 l = Width (m)
2. Indeks (K) = $\frac{p \times l}{h(p + l)}$ where:
 p = Length (m)
 l = Width (m)
 H = distance between lamp and work plan
 $h = t$ - height of work plan
 t = height
3. efficiency = $\text{eff } 1 + ((k - k_1) \times (\text{eff } 2 - \text{eff } 1) / (k_2 - k_1))$
4. efficiency of armatur = $d \times \text{eff}$ (interpolation where
 d = maintenance factor
5. Flux (F) = $(E \times A) / \text{eff armatur}$ where:
 E = Lighting Intensity (Lux)
 A = Area (m^2)
6. Flux (lumen) = $S \times \text{daya} \times 125$ FL = 125 where:
 $= S \times \text{daya} \times 75$ IL = 75 S = Number of lamp in one armature
 LEC 360
7. n = $\text{Fluxs } (\varphi) / \text{Fluxs (lumen)}$
 $= \frac{(E \times A) / \text{eff armatur}}{S \times \text{daya} \times 75}$

NO.	Room	Room Dimension						Indeks Room (k)	KA	Type of Armatur			Faktor Refleksi			k1	eff 1	k2	eff 2
		(P)	(L)	(t)	(H)	(h)	(A)			Σ	Type	daya	ceiling	wall	floor				
Navigation Bri Deck																			
1	Wheelhouse	5.9	9.3	2.50	0.7	1.80	54.8	2.005	LEF-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	2.000	0.420	2.400	0.460
2	Chart Space	2.1	2.3	2.50	0.7	1.80	4.8	0.607	LEF-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.262	0.800	0.314
3	Pilot	3.3	3.7	2.50	0.7	1.80	12.1	0.964	LEF-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.314	0.195	1.000	0.350
4	Lavatory	1.4	1.8	2.50	0	2.50	2.5	0.312	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
5	Nav Toilet	1.2	2.4	2.50	0	2.50	2.9	0.316	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
6	Battery Room	1.1	2.0	2.50	0	2.50	2.2	0.288	LEF-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.262
7	Nav & Radio LKR	2.4	2.8	2.50	0.7	1.80	6.7	0.718	LEF-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.262	0.800	0.314
8	Deck Wing STBD	8.7	14.1	2.50	0	2.50	122.1	2.146	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	2.000	0.391	2.500	0.605
9	Deck Wing PORT	8.7	14.1	2.50	0	2.50	122.1	2.146	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	2.000	0.391	2.500	0.605
10	Radio Tra Room	0.8	1.1	2.50	0	2.50	0.9	0.182	LEF-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.262

NO.	eff intrpolasi	Diversi tas(d)	eff arm	intnstas (E) Lux	Flux(Φ)	Flux Lampu (Lumen)	n	N	Daya (w)	Stop Kontak (A)			Total (watt)
										10	15	20	
1	0.420	0.7	0.2943	100	18622.60	5400	3.4486	3	45	2			4000
2	0.264	0.7	0.1847	100	2598.00	5400	0.4811	1	15	3			6000
3	0.342	0.7	0.2394	150	7581.94	5400	1.4041	1	15	1			2000
4	0.088	0.65	0.0571	70	3030.04	1584	1.9129	2	8.8				0
5	0.089	0.65	0.0579	70	3450.61	1584	2.1784	2	8.8				0
6	0.126	0.7	0.088	100	2527.26	5400	0.468	1	15				0
7	0.293	0.7	0.2048	100	3273.22	5400	0.6062	1	15				0
8	0.453	0.65	0.2948	50	20712.76	1080	19.178	19	57				0
9	0.453	0.65	0.2948	50	20712.76	1080	19.178	19	57				0
10	0.079	0.7	0.0556	100	1537.62	5400	0.2847	1	15	2			4000
						Jumlah		50	251.6	8	0	0	16000

NO.	Room	Room Dimension						Indeks Room (k)	KA	Type of Armatur			Faktor Refleksi			k1	eff 1	k2	eff 2		
		(P)	(L)	(t)	(H)	(h)	(A)			Σ	Type	daya	ceiling	wall	floor						
C Deck																					
1	Capt's Day Room	4.31	5.34	1.85	0.7	1.15	23.0	2.074	LEF-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	2.000	0.420	2.500	0.460		
2	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
3	Capt's Bed Room	2.5	5.2	1.85	0.7	1.15	13.1	1.479	LEF-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407		
4	C/Eng Day Room	4.3	5.3	1.85	0.7	1.15	23.0	2.074	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	2.000	0.420	2.500	0.460		
5	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
6	C/Eng Bed Room	2.5	5.2	1.85	0.7	1.15	13.1	1.477	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407		
7	1/Eng Day Room	4.1	4.3	1.85	0.7	1.15	17.3	1.810	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420		
8	1/Eng Bed Room	2.3	2.7	1.85	0.7	1.15	6.1	1.071	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.000	0.350	1.250	0.379		
9	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
10	C/Off Day Room	4.1	4.3	1.85	0.7	1.15	17.3	1.810	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420		
10	C/Off Bed Room	2.3	2.7	1.85	0.7	1.15	6.1	1.071	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.000	0.350	1.250	0.379		
11	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
12	2/Eng	2.5	5.2	1.85	0.7	1.15	12.7	1.449	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407		
13	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
14	3/Eng	2.5	5.2	1.85	0.7	1.15	12.8	1.452	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407		
15	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
16	4/Eng	3.4	3.6	1.85	0.7	1.15	12.3	1.523	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420		
17	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
18	Off Spare	3.4	3.6	1.85	0.7	1.15	12.3	1.523	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420		
19	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
20	4/Off	3.4	3.6	1.85	0.7	1.15	12.3	1.523	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420		
21	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
22	2/Off	2.5	5.2	1.85	0.7	1.15	12.8	1.451	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407		
23	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
24	3/Off	2.5	5.2	1.85	0.7	1.15	12.8	1.451	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407		
25	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169		
26	Ele/Off Bed Room	3.1	4.3	1.85	0.7	1.15	13.2	1.555	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420		

27	Lavatory	1.5	1.55	1.85	0	1.85	2.3	0.409	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
28	Elect Room	2.0	2.2	1.85	0	1.85	4.4	0.569	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.195
29	Off Laundry	2.0	2.3	1.85	0	1.85	4.6	0.578	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
30	Emerg Gen Room	2.5	4.8	1.85	0	1.85	11.9	0.887	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.800	0.268	1.000	0.279
31	P.D.T	2.0	1.7	1.85	0	1.85	3.5	0.502	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
32	Gang way 1	2.0	1.7	1.85	0	1.85	3.5	0.502	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.185
33	Gang way 2	2.0	1.7	1.85	0	1.85	3.5	0.502	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.185
34	Gang way 3	2.0	1.7	1.85	0	1.85	3.5	0.502	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.185
35	Stairway	2.0	4.4	1.85	0	1.85	8.9	0.748	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235

NO.	eff intrpolasi	Diversi tas(d)	eff arm	intnstas (E) Lux	Flux(Φ)	Flux Lampu (Lumen)	n	N	Daya (w)	Stop Kontak (A)			Total (watt)
										10	15	20	
1	0.426	0.7	0.2981	150	11579.50	5400	2.1444	2	30	7			14000
2	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
3	0.405	0.7	0.2833	150	6953.47	5400	1.2877	1	15				0
4	0.426	0.7	0.2981	150	11579.50	5400	2.1444	2	30	7			14000
5	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
6	0.404	0.7	0.2831	150	6930.27	5400	1.2834	1	15				0
7	0.415	0.7	0.2905	100	5966.95	5400	1.105	1	15	7			14000
8	0.358	0.7	0.2507	100	2430.79	5400	0.4501	1	15	1			2000
9	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
10	0.415	0.7	0.2905	150	8950.43	5400	1.6575	2	30	7			14000
11	0.358	0.7	0.2507	150	3646.19	5400	0.6752	1	15	1			2000
12	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
13	0.401	0.7	0.2809	100	4527.07	5400	0.8383	1	15	1			2000
14	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
15	0.402	0.7	0.2811	100	4549.91	5400	0.8426	1	15	1			2000
16	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
17	0.408	0.7	0.2853	100	4303.18	5400	0.7969	1	15	1			2000
18	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
19	0.408	0.7	0.2853	100	4303.18	5400	0.7969	1	15	1			2000
20	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
21	0.408	0.7	0.2853	100	4303.18	5400	0.7969	1	15	1			2000
22	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
23	0.402	0.7	0.2811	100	4542.29	5400	0.8412	1	15	1			2000
24	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
25	0.402	0.7	0.2811	100	4542.29	5400	0.8412	1	15	1			2000
26	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
27	0.408	0.7	0.2859	100	4602.41	5400	0.8523	1	15	1			2000

28	0.115	0.65	0.0749	70	2143.20	1584	1.353	1	4.4				0
29	0.185	4.65	0.8603	74	382.28	2880	0.1327	1	8				0
30	0.163	0.65	0.1058	70	3034.44	1584	1.9157	2	8.8				0
31	0.273	4.65	1.2684	100	940.19	2880	0.3265	1	8				0
32	0.141	4.65	0.6577	100	528.27	2880	0.1834	1	8				0
33	0.155	4.65	0.72	50	241.29	1080	0.2234	1	3				0
34	0.155	4.65	0.72	50	241.29	1080	0.2234	1	3				0
35	0.155	4.65	0.72	50	241.29	1080	0.2234	1	3				0
36	0.222	0.65	0.1443	50	3073.38	1080	2.8457	3	9				0
Jumlah								42	388.6	38	0	0	76000

NO.	Room	Room Dimension						Indeks Room (k)	KA	Type of Armatur			Faktor Refleksi			k1	eff 1	k2	eff 2
		(P)	(L)	(t)	(H)	(h)	(A)			Σ	Type	daya	ceiling	wall	floor				
B Deck																			
1	No. 1 Oil	3.5	3.81	1.85	0.7	1.2	13.1	1.574	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420
2	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0.7	1.2	2.2	0.643	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
3	C/Stew	1.2	1.20	1.85	0.7	1.2	1.4	0.522	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.262
4	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.9	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
5	Bos'n	3.5	3.81	1.85	0.7	1.2	13.1	1.574	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420
6	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.9	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
7	Crew's Spare	2.6	5.17	1.85	0.7	1.15	13.3	1.497	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407
8	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
9	SM(C)	2.5	5.2	1.85	0.7	1.15	13.2	1.479	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407
10	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
11	AB.SM(A)	3.1	4.5	1.85	0.7	1.15	13.9	1.593	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420
12	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
13	AB.SM(B)	3.1	4.5	1.85	0.7	1.15	13.9	1.593	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420
14	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
15	AB.SM(C)	3.1	4.5	1.85	0.7	1.15	13.9	1.593	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420
16	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
17	SM(A)	2.5	5.2	1.85	0.7	1.15	13.2	1.479	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407
18	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
19	SM(B)	2.5	5.2	1.85	0.7	1.15	13.2	1.479	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407
20	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
21	Oil (A)	3.1	4.5	1.85	0.7	1.15	13.9	1.593	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420
22	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
23	Oil (B)	3.1	4.5	1.85	0.7	1.15	13.9	1.593	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420
24	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
25	Oil (C)	3.1	4.5	1.85	0.7	1.15	13.9	1.593	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420
26	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
27	M.M (A)	2.5	5.17	1.85	0.7	1.15	12.8	1.457	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407

28	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
29	M.M (B)	2.5	5.17	1.85	0.7	1.15	12.8	1.457	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.250	0.379	1.500	0.407
30	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
31	Cook	3.1	4.5	1.85	0.7	1.15	13.9	1.593	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420
32	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
33	Stew	3.1	4.5	1.85	0.7	1.15	13.9	1.593	LES-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.407	2.000	0.420
34	Lavatory	1.5	1.5	1.85	0	1.85	2.2	0.400	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
35	ECT	2.0	2.2	1.85	0	1.85	4.4	0.564	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
36	LKR (1)	1.2	1.7	1.85	0	1.85	2.0	0.377	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
37	LKR (2)	1.2	1.7	1.85	0	1.85	2.0	0.377	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
38	LKR (3)	2.0	2.8	1.85	0	1.85	5.5	0.628	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.600	0.195	0.800	0.268
39	P.D.T	2.0	1.7	1.85	0	1.85	3.5	0.502	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
40	Gang way 1	1.2	6.3	1.85	0	1.85	7.3	0.529	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.185
41	Gang way 2	1.4	21.1	1.85	0	1.85	30.2	0.724	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
42	Gang way 3	1.2	6.3	1.85	0	1.85	7.3	0.529	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.185
43	Stairway	2.0	4.4	1.85	0	1.85	8.9	0.748	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235

NO.	eff intrpolasi	Diversi tas(d)	eff arm	intnstas (E) Lux	Flux(Φ)	Flux Lampu (Lumen)	n	N	Daya (w)	Stop Kontak (A)			Total (watt)
										10	15	20	
1	0.409	0.7	0.2863	100	4591.91	5400	0.8504	1	15	1			2000
2	0.181	0.65	0.1178	70	1301.48	1584	0.8216	1	4.4				0
3	0.228	0.7	0.1595	100	902.94	5400	0.1672	1	15	1			2000
4	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
5	0.409	0.7	0.2863	100	4591.91	5400	0.8504	1	15	1			2000
6	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
7	0.379	0.7	0.2653	100	5027.74	5400	0.9311	1	15	1			2000
8	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
9	0.405	0.7	0.2832	100	4653.22	5400	0.8617	1	15	1			2000
10	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
11	0.409	0.7	0.2866	100	4863.40	5400	0.9006	1	15	1			2000
12	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
13	0.409	0.7	0.2866	100	4863.40	5400	0.9006	1	15	1			2000
14	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
15	0.409	0.7	0.2866	100	4863.40	5400	0.9006	1	15	1			2000
16	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
17	0.405	0.7	0.2832	100	4653.22	5400	0.8617	1	15	1			2000
18	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
19	0.405	0.7	0.2832	100	4653.22	5400	0.8617	1	15	1			2000
20	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
21	0.409	0.7	0.2866	100	4863.40	5400	0.9006	1	15	1			2000
22	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
23	0.409	0.7	0.2866	100	4863.40	5400	0.9006	1	15	1			2000
24	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
25	0.409	0.7	0.2866	100	4863.40	5400	0.9006	1	15	1			2000
26	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
27	0.402	0.7	0.2816	100	4553.75	5400	0.8433	1	15	1			2000

28	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
29	0.402	0.7	0.2816	100	4553.75	5400	0.8433	1	15	1			2000
30	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
31	0.409	0.7	0.2866	100	4863.40	5400	0.9006	1	15	1			2000
32	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
33	0.409	0.7	0.2866	100	4863.40	5400	0.9006	1	15	1			2000
34	0.113	0.65	0.0732	70	2093.69	1584	1.3218	1	4.4				0
35	0.159	0.65	0.1032	100	4223.76	2880	1.4666	1	8	1			2000
36	0.106	0.65	0.0689	100	2910.15	2880	1.0105	1	8				0
37	0.106	0.65	0.0689	100	2910.15	2880	1.0105	1	8				0
38	0.205	0.65	0.1333	100	4154.64	2880	1.4426	1	8				0
39	0.141	0.65	0.0919	100	3779.15	2880	1.3122	1	8				0
40	0.163	0.65	0.106	50	3424.62	1080	3.1709	3	9				0
41	0.216	0.65	0.1404	50	10760.94	1080	9.9638	10	30	2			4000
42	0.163	0.65	0.106	50	3424.62	1080	3.1709	3	9	2			4000
43	0.222	0.65	0.1443	50	3073.38	1080	2.8457	3	9				0
Jumlah								58	426.8	22	0	0	44000

NO.	Room	Room Dimension						Indeks Room (k)	KA	Type of Armatur			Faktor Refleksi			k1	eff 1	k2	eff 2
		(P)	(L)	(t)	(H)	(h)	(A)			Σ	Type	daya	ceiling	wall	floor				
A Deck																			
1	Off's Smoke Room	4.9	5.62	1.85	0.7	1.2	27.4	2.271	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	2.500	0.460	3.000	0.000
2	Lavatory	1.4	2.0	1.85	0	1.9	2.9	0.455	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
3	Off's Mess Room	6.4	6.67	1.85	0.7	1.2	42.9	2.847	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.169		
4	Hospital	3.4	5.4	1.85	0.7	1.2	18.7	1.833	LEF-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.169		
5	Lavatory	1.4	2.0	1.85	0	1.9	2.9	0.455	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
6	Galley LKR	2.3	3.0	1.85	0.7	1.2	6.8	1.121	LEF-151N	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	1.500	0.405	2.000	0.433
7	E.C.T	2.0	2.21	1.85	0	1.85	4.5	0.570	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.195
8	LKR (5)	1.9	2.0	1.85	0	1.85	3.8	0.529	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.195
9	Bond LKR	1.1	2.5	1.85	0	1.85	2.8	0.423	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.195
10	Comm Toil (1)	1.6	2.0	1.85	0	1.85	3.3	0.486	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.195
11	LKR (4)	1.3	2.4	1.85	0	1.85	3.0	0.450	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.195
12	P.D.T	2.0	3.0	1.85	0	1.85	6.1	0.654	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.600	0.195	0.800	0.268
13	Galley	3.2	6.2	1.85	0.7	1.15	19.9	1.835	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
14	Off's Pantry	1.3	3.1	1.85	0.7	1.15	4.1	0.799	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
15	ShipOffice&Cargo Cor	4.9	9.7	1.85	0.7	1.15	47.1	2.814	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
16	Crews Smoke Room	3.9	6.2	1.85	0.7	1.15	24.5	2.096	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
17	Crews Mess Room	5.6	6.6	1.85	0.7	1.15	36.5	2.620	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
18	Stairway	2.0	4.4	1.85	0	1.85	8.9	0.748	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
19	Gangway	1.2	6.3	1.85	0	1.85	7.3	0.529	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.185

NO.	eff intrpolasi	Diversi tas(d)	eff arm	intnstas (E) Lux	Flux(Φ)	Flux Lampu (Lumen)	n	N	Daya (w)	Stop Kontak (A)			Total (watt)
										10	15	20	
1	0.670	0.7	0.4693	200	11687.84	5400	2.1644	2	30	4			8000
2	0.128	0.65	0.0834	70	2454.43	1584	1.5495	2	8.8				0
3	0.169	0.7	0.1183	200	72507.35	5400	13.427	13	195	1			2000
4	0.169	0.7	0.1183	200	31637.53	5400	5.8588	6	90	3			6000
5	0.128	0.65	0.0834	70	2454.43	1584	1.5495	2	8.8	1			2000
6	0.384	0.7	0.2687	200	5058.61	5400	0.9368	1	15				0
7	0.185	0.65	0.1205	100	3704.38	2880	1.2862	1	8	1			2000
8	0.172	0.65	0.1118	100	3432.90	2880	1.192	1	8				0
9	0.137	0.65	0.0893	100	3178.93	2880	1.1038	1	8	1			2000
10	0.158	0.65	0.1027	100	3187.69	2880	1.1068	1	8				0
11	0.146	0.65	0.0951	100	3187.69	2880	1.1068	1	8	1			2000
12	0.215	0.65	0.1395	100	4352.31	2880	1.5112	2	16				0
13	0.494	0.7	0.3455	200	11502.76	5400	2.1301	2	30	1			2000
14	0.235	0.7	0.1643	200	4953.94	5400	0.9174	1	15				0
15	0.739	0.7	0.517	200	18216.71	5400	3.3735	3	45	31			62000
16	0.559	0.7	0.3913	200	12504.82	5400	2.3157	2	30	2			4000
17	0.690	0.7	0.483	200	15133.65	5400	2.8025	3	45	1			2000
18	0.222	0.65	0.1443	50	3073.38	1080	2.8457	3	9				0
19	0.163	0.65	0.106	50	3424.62	1080	3.1709	3	9				0
Jumlah								50	586.6	47	0	0	94000

NO.	Room	Room Dimension						Indeks Room (k)	KA	Type of Armatur			Faktor Refleksi			k1	eff 1	k2	eff 2
		(P)	(L)	(t)	(H)	(h)	(A)			Σ	Type	daya	ceiling	wall	floor				
Upper Deck																			
1	Worker Room	4.1	6.5	1.85	0.7	1.15	26.8	2.191	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
2	Lavatory	1.5	1.7	1.85	0	1.85	2.6	0.435	MINOR 568	1	LED	4.4	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
3	Prov Store	2.5	4.4	1.85	0	1.85	11.2	0.870	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
4	Crews Laundry	2.3	4.8	1.85	0	1.85	11.0	0.835	MINOR 568	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.169
5	Air Cond Unit Room	4.5	7.7	1.85	0	1.85	35.0	1.542	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.500	0.366	2.000	0.393
6	Dk Store&Workshop	3.2	3.6	1.85	0	1.85	11.7	0.923	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.800	0.268	1.000	0.279
7	Paint Store	3.3	3.6	1.85	0	1.85	11.8	0.929	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.800	0.268	1.000	0.279
8	Comm Toil	1.6	2.2	1.85	0	1.85	3.5	0.503	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.235
9	LKR (6)	1.7	4.9	1.85	0	1.85	8.2	0.671	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.600	0.195	0.800	0.268
10	Hyd Pump Unit RM	4.2	4.9	1.85	0	1.85	20.5	1.219	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.000	0.279	1.250	0.316
11	Foam Tk RM&Fire Sta	4.9	7.4	1.85	0	1.85	36.0	1.586	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.500	0.366	2.000	0.393
12	Off Change Room	2.3	4.95	1.85	0	1.85	11.1	0.836	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
13	Crews Change Room	2.1	6.8	1.85	0	1.85	14.1	0.863	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
14	Gymnasium	4.8	5.66	1.85	0	1.85	27.4	1.410	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
15	E.C.T	2.0	2.21	1.85	0	1.85	4.5	0.570	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.195
16	Prov Hand Space	2.0	5.7	1.85	0	1.85	11.4	0.798	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
17	Rev Prov Store	1.4	5.6	1.85	0	1.85	8.0	0.615	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
18	Lobby	2.1	5.1	1.85	0	1.85	10.5	0.792	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
19	Fish	1.9	2.5	1.85	0	1.85	4.7	0.581	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
20	Meat	2.1	2.5	1.85	0	1.85	5.3	0.620	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
21	Veg	2.5	4.1	1.85	0	1.85	10.1	0.831	LEF-151S	1	LED	15	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235
22	Ace Space	1.1	1.5	1.85	0	1.85	1.6	0.333	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.195
23	Oxygen Space	1.5	2.4	1.85	0	1.85	3.6	0.500	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.195
25	Pump Room	4.8	11.5	1.85	0	1.85	55.5	1.837	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.500	0.366	2.000	0.393
24	Garb. Space	1.7	3.7	1.85	0	1.85	6.2	0.623	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.600	0.195	0.800	0.268
25	Gang way 1	1.2	22.4	1.85	0	1.85	26.0	0.596	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.185
26	Stairway	2.0	4.4	1.85	0	1.85	8.9	0.748	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.600	0.185	0.800	0.235

NO.	Room	Room Dimension						Indeks Room (k)	KA	ype of Armatur			Faktor Refleksi			k1	eff 1	k2	eff 2
		(P)	(L)	(t)	(H)	(h)	(A)			Σ	Type	daya	ceiling	wall	floor				
Engine Room																			
1	Pump Room 2nd deck	5.0	11.4	1.85	0	1.85	57.2	1.882	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.500	0.366	2.000	0.393
2	Pump Room 3rd deck	5.0	11.4	1.85	0	1.85	57.2	1.882	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.500	0.366	2.000	0.393
3	Pump Room Turb Dec	5.0	11.4	1.85	0	1.85	57.2	1.882	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.500	0.366	2.000	0.393
4	Pump Room Floor	3.1	19.7	1.85	0	1.85	60.1	1.428	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.250	0.316	1.500	0.366
5	Eng Casing upper dk	2.8	6.7	1.85	0	1.85	18.9	1.074	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.000	0.279	1.250	0.316
6	Eng Casing A dk	5.0	6.7	1.85	0	1.85	33.2	1.541	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.500	0.366	2.000	0.393
7	Funnel	4.7	6.5	1.85	0	1.85	30.6	1.474	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.250	0.316	1.500	0.366
8	Eng Control Rm	4.2	10.8	1.85	0	1.85	45.1	1.628	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.500	0.366	2.000	0.393
9	Eng & Elect Store	8.1	9.3	1.85	0	1.85	75.4	2.341	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	2.000	0.393	2.500	0.427
10	2nd deck	14.0	19.5	1.85	0	1.85	273.0	4.405	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	4.000	0.495	5.000	0.517
11	No.1 Aux Blr	4.8	7.8	1.85	0	1.85	37.6	1.610	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.500	0.366	2.000	0.393
12	No. 2 Aux Blr	4.8	7.8	1.85	0	1.85	37.6	1.610	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	1.500	0.366	2.000	0.393
13	Stairway	1.2	2.5	1.85	0	1.85	3.0	0.443	LEKH-03WG-P	1	LED	3	0.75	0.5	0.1	0.000	0.000	0.600	0.185
14	Workshop	5.0	8.23	1.85	0.7	1.15	41.1	2.701	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	2.500	0.427	3.000	0.459
15	3rd deck (port)	12.0	11.0	1.85	0	1.85	132.0	3.102	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	3.000	0.459	4.000	0.495
16	3rd deck (stbd)	12.0	11.0	1.85	0	1.85	132.0	3.102	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	3.000	0.459	4.000	0.495
17	Steer Gear Room	13.4	21.0	1.85	0	1.85	281.0	4.418	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	4.000	0.495	5.000	0.517
18	Emerg Fire Pmp Space	2.2	3.3	1.85	0	1.85	7.4	0.722	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	0.600	0.195	0.800	0.268
19	Floor	14.2	18.0	1.85	0	1.85	255.6	4.291	LEKN-08WU-B	1	LED	8	0.75	0.5	0.1	4.000	0.495	5.000	0.517

NO.	eff intrpolasi	Diversi tas(d)	eff arm	intnstas (E) Lux	Flux(Φ)	Flux Lampu (Lumen)	n	N	Daya (w)	Stop Kontak (A)			Total (watt)
										10	15	20	
8	0.583	0.7	0.408	200	13144.27	5400	2.4341	2	30	1			2000
9	0.123	0.65	0.0797	70	2284.67	1584	1.4423	1	4.4				0
10	0.253	0.65	0.1642	200	13651.69	5400	2.5281	3	45				0
11	0.235	0.65	0.1528	70	5022.03	1080	4.65	5	15				0
12	0.368	0.65	0.2394	100	14614.10	2880	5.0743	5	40	1			2000
13	0.275	0.65	0.1786	100	6549.07	2880	2.274	2	16				0
14	0.275	0.65	0.1788	100	6610.39	2880	2.2953	2	16	1			2000
15	0.197	0.65	0.128	100	2754.11	2880	0.9563	1	8				0
16	0.221	0.65	0.1437	100	5696.68	2880	1.978	2	16				0
17	0.311	0.65	0.2024	100	10117.18	2880	3.5129	4	32	1			2000
18	0.371	0.65	0.2409	100	14928.64	2880	5.1836	5	40	1			2000
19	0.244	0.65	0.1586	200	14042.63	5400	2.6005	3	45				0
20	0.251	0.65	0.163	200	17337.92	5400	3.2107	3	45				0
21	0.388	0.65	0.2519	200	21748.66	5400	4.0275	4	60	1			2000
22	0.185	0.65	0.1205	100	3704.38	2880	1.2862	1	8				0
23	0.235	0.65	0.1524	200	14935.02	5400	2.7657	3	45				0
24	0.189	0.65	0.1227	200	13002.67	5400	2.4079	2	30	1			2000
25	0.233	0.65	0.1514	200	13891.83	5400	2.5726	3	45				0
26	0.180	0.65	0.1172	200	8018.58	5400	1.4849	1	15				0
27	0.190	0.65	0.1235	200	8600.89	5400	1.5928	2	30				0
28	0.243	0.65	0.1578	200	12743.81	5400	2.36	2	30				0
29	0.108	0.65	0.0703	100	2224.38	2880	0.7724	1	8				0
30	0.162	0.65	0.1056	100	3424.14	2880	1.1889	1	8				0
31	0.384	0.65	0.2497	100	22235.13	2880	7.7205	8	64				0
32	0.204	0.65	0.1323	100	4672.31	2880	1.6223	2	16				0
33	0.184	0.65	0.1195	50	10887.69	1080	10.081	10	30	2			4000
34	0.222	0.65	0.1443	50	3073.38	1080	2.8457	3	9	5			10000

						Jumlah	81	750.4	14	0	0	28000	
NO.	eff intrpolasi	Diversi tas(d)	eff arm	intnstas (E) Lux	Flux(Φ)	Flux Lampu (Lumen)	n	N	Daya (w)	Stop Kontak (A)			Total (watt)
										10	15	20	
1	0.387	0.65	0.2513	200	45531.03	2880	15.809	16	128				0
2	0.387	0.65	0.2513	200	45531.03	2880	15.809	16	128				0
3	0.387	0.65	0.2513	200	45531.03	2880	15.809	16	128				0
4	0.352	0.65	0.2285	200	52592.94	2880	18.261	18	144				0
5	0.290	0.65	0.1885	200	20030.69	2880	6.9551	7	56	2			4000
6	0.368	0.65	0.2393	200	27729.35	2880	9.6282	10	80				0
7	0.361	0.65	0.2346	200	26047.14	2880	9.0441	9	72	1			2000
8	0.373	0.65	0.2424	200	37178.90	2880	12.909	13	104	12			24000
9	0.416	0.65	0.2705	200	55743.52	2880	19.355	19	152	1			2000
10	0.504	0.65	0.3275	200	166696.42	2880	57.881	58	464	1			2000
11	0.372	0.65	0.2418	200	31117.67	2880	10.805	11	88	1			2000
12	0.372	0.65	0.2418	200	31117.67	2880	10.805	11	88				0
13	0.136	0.65	0.0887	200	6849.23	1080	6.3419	6	18				0
14	0.440	0.65	0.2859	200	28726.34	2880	9.9744	10	80	1			2000
15	0.463	0.65	0.3007	200	87782.81	2880	30.48	30	240	2			4000
16	0.463	0.65	0.3007	200	87782.81	2880	30.48	30	240	2			4000
17	0.504	0.65	0.3277	100	85736.95	2880	29.77	30	240	1			2000
18	0.240	0.65	0.1557	200	9522.51	2880	3.3064	3	24				0
19	0.501	0.65	0.3259	200	156854.21	2880	54.463	54	432				0
						Jumlah	367	2906	24	0	0	48000	

No	Deck	Total	Power	Total of Stop Contact Point (A)			Total of	Power
		Light Point	(W)	10	15	20	Load Point	(KW)
1	Navigation Bri Deck	50	252	8	0	0	16000	16.3
2	C Deck	42	389	38	0	0	76000	76.4
3	B Deck	58	427	22	0	0	44000	44.4
4	A Deck	50	587	47	0	0	94000	94.6
5	Upper Deck	81	750	14	0	0	28000	28.8
6	Engine Room	367	2906	24	0	0	48000	50.9
7	Navigation Light	14	820					
Jumlah total		662	6130	68	0	0	306000	311.3

Lampiran Perhitungan Jam Operasi Lampu Penerangan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Daya (watt)	Jam																								Durasi (jam)	kWh
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Gang way 1	LEKH-03WG-P	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.07
Gang way 2	LEKH-03WG-P	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.07
Gang way 3	LEKH-03WG-P	1	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.07
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.22
No.1 Oil	LES-151N	1	15	15					1	1											1	1	1	1	1	1		9	0.14
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
C/Stew	LES-151N	1	15	15					1	1										1			1	1	1			6	0.09
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
Bos'n	LES-151N	1	15	15					1	1										1	1	1	1	1	1	1		9	0.14
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
Crew's Spare	LES-151N	1	15	15				1	1											1	1	1						5	0.08
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
SM(C)	LES-151N	1	15	15				1	1											1	1	1						5	0.08
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
AB.SM(A)	LES-151N	1	15	15				1	1											1	1	1						5	0.08
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
AB.SM(B)	LES-151N	1	15	15				1	1											1	1	1						5	0.08
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
AB.SM(C)	LES-151N	1	15	15				1	1											1	1	1						5	0.08
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
SM(A)	LES-151N	1	15	15					1	1										1	1	1	1	1	1	1		9	0.14
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
SM(B)	LES-151N	1	15	15					1	1										1	1	1	1	1	1	1		9	0.14
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
Oil (A)	LES-151N	1	15	15					1	1										1	1	1	1	1	1	1		9	0.14
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
Oil (B)	LES-151N	1	15	15					1	1										1	1	1	1	1	1	1		9	0.14
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
Oil (C)	LES-151N	1	15	15					1	1										1	1	1	1	1	1	1		9	0.14
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
M.M (A)	LES-151N	1	15	15				1	1											1	1	1						5	0.08
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
M.M (B)	LES-151N	1	15	15				1	1											1	1	1						5	0.08
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
Cook	LES-151N	1	15	15					1	1										1			1	1	1			6	0.09
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
Stew	LES-151N	1	15	15					1	1										1			1	1	1			6	0.09
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					1											1								2	0.01
ECT	LEKN-08WU-B	1	8	8									1							1								1	0.01
LKR (1)	LEKN-08WU-B	1	8	8						1					1					1	1							4	0.03
LKR (2)	LEKN-08WU-B	1	8	8						1					1					1	1							4	0.03
LKR (3)	LEKN-08WU-B	1	8	8						1					1					1	1							4	0.03

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Daya (watt)	Jam																								Durasi (jam)	kWh
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
P.D.T	LEKN-08WU-B	1	8	8										1														1	0.01
Gang way 1	LEKH-03WG-P	3	3	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.22
Gang way 2	LEKH-03WG-P	10	3	30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.72
Gang way 3	LEKH-03WG-P	3	3	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.22
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.22
Off's Smoke Room	LEF-151S	2	15	30							1	1					1					1	1	1	1	1	1	9	0.27
Lavatory	MINOR 568	2	4.4	8.8						1											1							2	0.02
Off's Mess Room	LEF-151S	13	15	195							1	1	1				1	1					1	1	1	1	1	10	1.95
Hospital	LEF-151N	6	15	90						1	1											1	1	1	1	1	1	8	0.72
Lavatory	MINOR 568	2	4.4	8.8							1										1							2	0.02
Galley LKR	LEF-151N	1	15	15						1	1	1					1	1				1	1					7	0.11
E.C.T	LEKN-08WU-B	1	8	8										1														1	0.01
LKR (5)	LEKN-08WU-B	1	8	8								1					1					1	1					4	0.03
Bond LKR	LEKN-08WU-B	1	8	8							1						1					1	1					4	0.03
Comm Toil (1)	LEKN-08WU-B	1	8	8						1	1	1					1	1				1	1	1				8	0.06
LKR (4)	LEKN-08WU-B	1	8	8								1					1					1	1					4	0.03
P.D.T	LEKN-08WU-B	2	8	16										1			1											1	0.02
Galley	LEF-151S	2	15	30					1	1	1				1	1	1				1	1	1					9	0.27
Off's Pantry	LEF-151S	1	15	15					1	1	1						1	1	1			1	1					6	0.09
ShipOffice&Cargo Con	LEF-151S	3	15	45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	1.08
Crews Smoke Room	LEF-151S	2	15	30							1						1					1	1					4	0.12
Crews Mess Room	LEF-151S	3	15	45							1	1	1				1	1				1	1	1	1	1	1	10	0.45
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.22
Gangway				0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0
Worker Room	LEF-151S	2	15	30							1	1	1				1	1				1	1	1	1	1	1	10	0.3
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4							1											1						2	0.01
Prov Store	LEF-151S	3	15	45								1					1					1						3	0.14
Crews Laundry	MINOR 568	5	3	15						1							1					1						3	0.05
Air Cond Unit Room	LEKN-08WU-B	5	8	40								1																1	0.04
Dk Store&Workshop	LEKN-08WU-B	2	8	16									1															1	0.02
Paint Store	LEKN-08WU-B	2	8	16										1														1	0.02
Comm Toil	LEKN-08WU-B	1	8	8						1	1	1					1	1				1	1	1				8	0.06
LKR (6)	LEKN-08WU-B	2	8	16							1						1					1	1					4	0.06
Hyd Pump Unit RM	LEKN-08WU-B	4	8	32									1															1	0.03
Foam Tk RM&Fire Stat	LEKN-08WU-B	5	8	40										1														1	0.04
Off Change Room	LEF-151S	3	15	45					1				1				1				1						1	6	0.27
Crews Change Room	LEF-151S	3	15	45					1				1				1						1				1	6	0.27
Gymnasium	LEF-151S	4	15	60						1	1									1	1							4	0.24
E.C.T	LEKN-08WU-B	1	8	8										1								1	1					1	0.01
Prov Hand Space	LEF-151S	3	15	45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	1.08
Rev Prov Store	LEF-151S	2	15	30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.72
Lobby	LEF-151S	3	15	45					1	1					1							1	1					5	0.23

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Daya (watt)	Jam																								Durasi (jam)	kWh	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Fish	LEF-151S	1	15	15				1	1					1						1	1							5	0.08	
Meat	LEF-151S	2	15	30				1	1					1						1	1							5	0.15	
Veg	LEF-151S	2	15	30				1	1					1						1	1							5	0.15	
Ace Space	LEKN-08WU-B	1	8	8												1												1	0.01	
Oxygen Space	LEKN-08WU-B	1	8	8														1										1	0.01	
Pump Room	LEKN-08WU-B	8	8	64							1																	1	0.06	
Garb. Space	LEKN-08WU-B	2	8	16								1						1					1					3	0.05	
Gang way 1	LEKH-03WG-P	10	3	30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.72	
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.22	
Pump Room 2nd deck	LEKN-08WU-B	16	8	128								1																1	0.13	
Pump Room 3rd deck	LEKN-08WU-B	16	8	128									1															1	0.13	
Pump Room Turb Deck	LEKN-08WU-B	16	8	128										1														1	0.13	
Pump Room Floor	LEKN-08WU-B	18	8	144											1													1	0.14	
Eng Casing upper dk	LEKN-08WU-B	7	8	56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	1.34	
Eng Casing A dk	LEKN-08WU-B	10	8	80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	1.92	
Funnel	LEKN-08WU-B	9	8	72	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	1.73	
Eng Control Rm	LEKN-08WU-B	13	8	104	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	2.5	
Eng & Elect Store	LEKN-08WU-B	19	8	152	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	3.65	
2nd deck	LEKN-08WU-B	58	8	464	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	11.1	
No.1 Aux Blr	LEKN-08WU-B	11	8	88	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	2.11	
No. 2 Aux Blr	LEKN-08WU-B	11	8	88	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	2.11	
Stairway	LEKH-03WG-P	6	3	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	0.43	
Workshop	LEKN-08WU-B	10	8	80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	1.92	
3rd deck (port)	LEKN-08WU-B	30	8	240	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	5.76	
3rd deck (stbd)	LEKN-08WU-B	30	8	240	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	5.76	
Steer Gear Room	LEKN-08WU-B	30	8	240														1										1	0.24	
Emerg Fire Pmp Space	LEKN-08WU-B	3	8	24																								1	0.02	
Floor	LEKN-08WU-B	54	8	432	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	10.4	
					36	36	43	51	76	87	49	43	35	43	40	48	45	34	34	37	101	75	77	71	69	52	43	37	1262	93.4

8.09
6.156

Lampiran Perhitungan Load Data Penerangan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LOAD DATA

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Daya (watt)	Total Daya	Jam																								Durasi	kWh
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Wheelhouse	LEF-151N	3	15	45	45	45	45	45													45	45	45	45	45	45	45	12	0.54	
Chart Space	LEF-151N	1	15	15	15	15	15	15													15	15	15	15	15	15	15	10	0.15	
Pilot	LEF-151N	1	15	15				15															15	15			3	0.05		
Lavatory	MINOR 568	2	4.4	8.8					8.8										8.8								2	0.02		
Nav Toilet	MINOR 568	2	4.4	8.8					8.8										8.8								2	0.02		
Battery Room	LEF-151N	1	15	15									15					15									2	0.03		
Nav & Radio LKR	LEF-151N	1	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	24	0.36		
Deck Wing STBD	LEKH-03WG-P	19	3	57	57	57	57	57	57											57	57	57	57	57	57	57	12	0.68		
Deck Wing PORT	LEKH-03WG-P	19	3	57	57	57	57	57	57											57	57	57	57	57	57	57	12	0.68		
Radio Tra Room	LEF-151N	1	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	24	0.36			
Capt's Day Room	LEF-151N	2	15	30				30														30	30	30			4	0.12		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
Capt's Bed Room	LEF-151N	1	15	15				15														15	15				3	0.05		
C/Eng Day Room	LES-151N	2	15	30				30													30	30					3	0.09		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
C/Eng Bed Room	LES-151N	1	15	15				15													15	15	15				4	0.06		
1/Eng Day Room	LES-151N	1	15	15				15													15	15	15				4	0.06		
1/Eng Bed Room	LES-151N	1	15	15				15													15	15	15				4	0.06		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
C/Off Day Room	LES-151N	2	15	30				30													30	30	30				4	0.12		
C/Off Bed Room	LES-151N	1	15	15				15														15	15				3	0.05		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
2/Eng	LES-151N	1	15	15				15														15	15				3	0.05		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
3/Eng	LES-151N	1	15	15				15														15	15				3	0.05		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
4/Eng	LES-151N	1	15	15				15														15	15				3	0.05		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
Off Spare	LES-151N	1	15	15				15														15	15				3	0.05		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
4/Off	LES-151N	1	15	15				15														15	15				3	0.05		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
2/Off	LES-151N	1	15	15				15														15	15				3	0.05		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
3/Off	LES-151N	1	15	15				15														15	15				3	0.05		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.009		
Ele/Off Bed Room	LES-151N	1	15	15				15														15	15				3	0.05		
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4					4.4										4.4								2	0.01		
Elect Room	LEKN-08WU-B	1	8	8				8														8	8				3	0.02		
Off Laundry	MINOR 568	2	4.4	8.8						8.8	8.8	8.8	8.8	8.8													5	0.04		
Emerg Gen Room	LEKN-08WU-B	1	8	8									8														1	0.01		
P.D.T	LEKN-08WU-B	1	8	8									8														1	0.01		
Gang way 1	LEKH-03WG-P	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	24	0.07		

LOAD DATA

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Daya (watt)	Total Daya	Jam																								Durasi	kWh
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Gang way 2	LEKH-03WG-P	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	24	0.07		
Gang way 3	LEKH-03WG-P	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	24	0.07		
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	24	0.22		
No. 1 Oil	LES-151N	1	15	15					15	15													15	15	15	15		6	0.09	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
C/Stew	LES-151N	1	15	15					15	15											15			15	15	15		6	0.09	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
Bos'n	LES-151N	1	15	15					15	15														15	15	15	15	6	0.09	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
Crew's Spare	LES-151N	1	15	15			15	15													15	15	15					5	0.08	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
SM(C)	LES-151N	1	15	15			15	15													15	15	15					5	0.08	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
AB.SM(A)	LES-151N	1	15	15			15	15													15	15	15					5	0.08	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
AB.SM(B)	LES-151N	1	15	15			15	15													15	15	15					5	0.08	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
AB.SM(C)	LES-151N	1	15	15			15	15													15	15	15					5	0.08	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
SM(A)	LES-151N	1	15	15					15	15											15	15	15	15	15	15	15	9	0.14	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
SM(B)	LES-151N	1	15	15					15	15											15	15	15	15	15	15	15	9	0.14	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
Oil (A)	LES-151N	1	15	15					15	15											15	15	15	15	15	15	15	9	0.14	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
Oil (B)	LES-151N	1	15	15					15	15											15	15	15	15	15	15	15	9	0.14	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
Oil (C)	LES-151N	1	15	15					15	15											15	15	15	15	15	15	15	9	0.14	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
M.M (A)	LES-151N	1	15	15			15	15													15	15	15					5	0.08	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
M.M (B)	LES-151N	1	15	15			15	15													15	15	15					5	0.08	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
Cook	LES-151N	1	15	15					15	15											15			15	15	15		6	0.09	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
Stew	LES-151N	1	15	15					15	15											15			15	15	15		6	0.09	
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4											4.4							2	0.01	
ECT	LEKN-08WU-B	1	8	8										8				8			8	8						1	0.01	
LKR (1)	LEKN-08WU-B	1	8	8								8					8			8	8							4	0.03	
LKR (2)	LEKN-08WU-B	1	8	8								8					8			8	8							4	0.03	
LKR (3)	LEKN-08WU-B	1	8	8								8					8			8	8							4	0.03	
P.D.T	LEKN-08WU-B	1	8	8										8							8	8						1	0.01	
Gang way 1	LEKH-03WG-P	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	24	0.22	

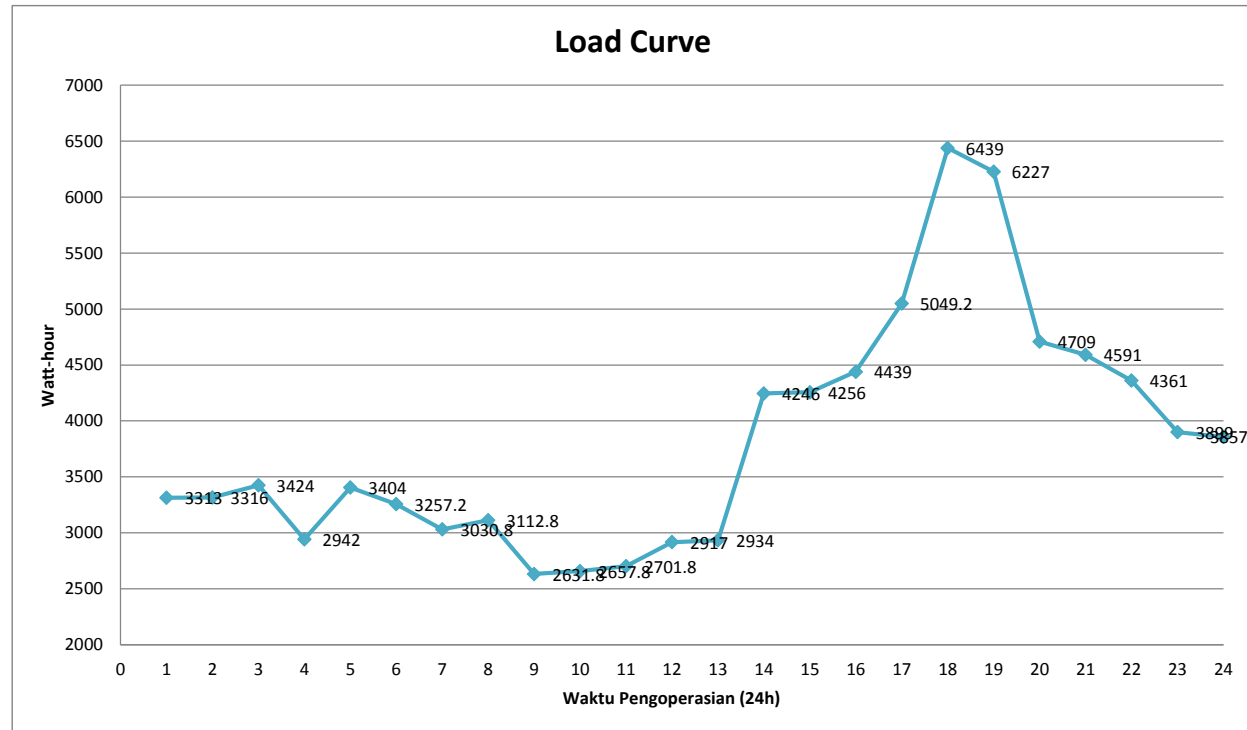
LOAD DATA

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Daya (watt)	Total Daya	Jam																								Durasi	kWh
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Gang way 2	LEKH-03WG-P	10	3	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	24	0.72	
Gang way 3	LEKH-03WG-P	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	24	0.22	
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	24	0.22	
Off's Smoke Room	LEF-151S	2	15	30							30	30						30					30	30	30	30	30	30	9	0.27
Lavatory	MINOR 568	2	4.4	8.8						8.8											8.8								2	0.02
Off's Mess Room	LEF-151S	13	15	195						195	195	195					195	195					195	195	195	195	195		10	1.95
Hospital	LEF-151N	6	15	90					90	90											90	90	90	90	90	90		8	0.72	
Lavatory	MINOR 568	2	4.4	8.8						8.8											8.8								2	0.02
Galley LKR	LEF-151N	1	15	15					15	15	15						15	15				15	15						7	0.11
E.C.T	LEKN-08WU-B	1	8	8										8															1	0.01
LKR (5)	LEKN-08WU-B	1	8	8								8					8					8	8						4	0.03
Bond LKR	LEKN-08WU-B	1	8	8								8					8					8	8						4	0.03
Comm Toil (1)	LEKN-08WU-B	1	8	8					8	8	8						8	8				8	8						7	0.06
LKR (4)	LEKN-08WU-B	1	8	8							8						8					8	8						4	0.03
P.D.T	LEKN-08WU-B	2	8	16										16															1	0.02
Galley	LEF-151S	2	15	30				30	30	30							30	30			30	30	30						8	0.24
Off's Pantry	LEF-151S	1	15	15				15	15	15											15	15	15						6	0.09
ShipOffice&Cargo Cont Room	LEF-151S	3	15	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	24	1.08
Crews Smoke Room	LEF-151S	2	15	30						30								30					30	30					4	0.12
Crews Mess Room	LEF-151S	3	15	45						45	45	45					45	45							45	45	45		8	0.36
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	24	0.22
Gangway	LEKH-03WG-P	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	24	0.22
Worker Room	LEF-151S	2	15	30						30	30	30					30	30					30	30	30	30	30		10	0.3
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	4.4						4.4												4.4							2	0.01
Prov Store	LEF-151S	3	15	45							45							45					45						3	0.14
Crews Laundry	MINOR 568	5	3	15					15									15					15						3	0.05
Air Cond Unit Room	LEKN-08WU-B	5	8	40							40																		1	0.04
Dk Store&Workshop	LEKN-08WU-B	2	8	16							16																		1	0.02
Paint Store	LEKN-08WU-B	2	8	16										16															1	0.02
Comm Toil	LEKN-08WU-B	1	8	8					8	8	8						8	8				8	8						7	0.06
LKR (6)	LEKN-08WU-B	2	8	16							16						16					16	16						4	0.06
Hyd Pump Unit RM	LEKN-08WU-B	4	8	32									32																1	0.03
Foam Tk RM&Fire St	LEKN-08WU-B	5	8	40									40																1	0.04
Off Change Room	LEF-151S	3	15	45				45									45				45				45			45	5	0.23
Crews Change Room	LEF-151S	3	15	45				45			45						45				45				45			45	6	0.27
Gymnasium	LEF-151S	4	15	60					60	60											60	60							4	0.24
E.C.T	LEKN-08WU-B	1	8	8										8															1	0.01
Prov Hand Space	LEF-151S	3	15	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	24	1.08
Rev Prov Store	LEF-151S	2	15	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	24	0.72
Lobby	LEF-151S	3	15	45				45	45						45							45	45						5	0.23
Fish	LEF-151S	1	15	15				15	15						15							15	15						5	0.08
Meat	LEF-151S	2	15	30				30	30						30							30	30						5	0.15

LOAD DATA

Ruangan	Jenis Beban	Juml ah	Daya (watt)	Total Daya	Jam																								Dura	si	kWh			
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
Veg	LEF-151S	2	15	30				30	30						30						30	30							5	0.15				
Ace Space	LEKN-08WU-B	1	8	8													8												1	0.01				
Oxygen Space	LEKN-08WU-B	1	8	8														8											1	0.01				
Pump Room	LEKN-08WU-B	8	8	64								64																	1	0.06				
Garb. Space	LEKN-08WU-B	2	8	16									16						16							16			3	0.05				
Gang way 1	LEKH-03WG-P	10	3	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	24	0.72				
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	24	0.22				
Pump Room 2nd deck	LEKN-08WU-B	16	8	128									128																1	0.13				
Pump Room 3rd deck	LEKN-08WU-B	16	8	128										128															1	0.13				
Pump Room Turb Dec	LEKN-08WU-B	16	8	128											128														1	0.13				
Pump Room Floor	LEKN-08WU-B	18	8	144												144													1	0.14				
Eng Casing upper dk	LEKN-08WU-B	7	8	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	24	1.34				
Eng Casing A dk	LEKN-08WU-B	10	8	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	24	1.92				
Funnel	LEKN-08WU-B	9	8	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	24	1.73				
Eng Control Rm	LEKN-08WU-B	13	8	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104	24	2.5				
Eng & Elect Store	LEKN-08WU-B	19	8	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	152	24	3.65				
2nd deck	LEKN-08WU-B	58	8	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	464	24	11.1				
No.1 Aux Blr	LEKN-08WU-B	11	8	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	24	2.11				
No. 2 Aux Blr	LEKN-08WU-B	11	8	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	24	2.11				
Stairway	LEKH-03WG-P	6	3	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	24	0.43				
Workshop	LEKN-08WU-B	10	8	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	24	1.92				
3rd deck (port)	LEKN-08WU-B	30	8	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	24	5.76				
3rd deck (stbd)	LEKN-08WU-B	30	8	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	24	5.76				
Steer Gear Room	LEKN-08WU-B	30	8	240									240																1	0.24				
Emerg Fire Pmp Space	LEKN-08WU-B	3	8	24													24												1	0.02				
Floor	LEKN-08WU-B	54	8	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	24	10.4				
For Mooring (C Deck)	SODIUM FLOOD LT	2	400	800														800	800	800	800	800	800						6	4.8				
For Mooring (C Deck)	INCANDESCENT FLOOD LT	2	500	1000															1000	1000	1000	1000	1000	1000					6	6				
Ships Name Board Comp DK	INCANDESCENT FLOOD LT REFLETOR TYPE	2	200	400																		400	400	400	400	400	400	400	7	2.8				
Mast Light (Fore Mast	KN-C	2	60	120	120	120	120														120	120	120	120	120	120	120	120	10	1.2				
Mast Light (Radar Ma	KN-C	2	60	120	120	120	120														120	120	120	120	120	120	120	120	10	1.2				
Side Light (Upp Deck	KN-C	2	60	120	120	120	120														120	120	120	120	120	120	120	120	10	1.2				
Side Light (Upp Deck	KN-C	2	60	120	120	120	120														120	120	120	120	120	120	120	120	10	1.2				
Stern Light (Upp Deck	KN-C	2	40	80	80	80	80														80	80	80	80	80	80	80	80	10	0.8				
Anchor Light (Fore Ma	KN-C	1	40	40	40	40	40														40	40	40	40	40	40	40	40	10	0.4				
Anchor Light (Upp De	KN-C	1	40	40	40	40	40														40	40	40	40	40	40	40	40	10	0.4				
Not Under Comm Ligh	KN-C	1	60	60	60	60	60														60	60	60	60	60	60	60	60	10	0.6				
R.M.A (Radar Mast)	Restricted Manouver	1	40	40	40	40	40														40	40	40	40	40	40	40	40	10	0.4				
TOTAL (watt)				8250	3313	3316	3424	2942	3404	3257	3031	3113	2632	2658	2702	2917	2934	4246	4256	4439	5049	6439	6227	4709	4591	4361	3899	3857		90.8				
Average																																	7.81	

LOAD DATA



Lampiran Perhitungan Sistem Sel Surya Untuk Penerangan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

1. Inverter

Beban puncak	=	6439	watt
Inverter Rating	=	10000	watt
Efisiensi	=	0.877	

2. Baterai

Dengan DOD=50%, diketahui life cycle baterai = 3200 cycle / 365 = 8,5 tahun

$$E_L = 90,8 \text{ kw/hari}$$

$$E_{DC} = \frac{E_L}{\text{eff inverter}} = \frac{90800}{0.877} = 103534.78 \text{ watt/hari}$$

$$E_{\text{batt}} = \frac{E_{DC}}{\text{DoD} \times \text{Eff}_{\text{batt}}} = \frac{103534.8}{0,5 \times 0,85} = 243611.24 \text{ watt/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Energi tiap baterai} &= 503 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} \\ &= 6000 \text{ watt-h} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{40.60187359}{\approx 41 \text{ baterai disusun paralel}}$$

3. Sel Surya

$$\begin{aligned} E_{PV} &= \frac{E_{DC}}{\text{Eff}_{\text{batt}}} = \frac{103534.7777}{0.85} = 121805.62 \text{ watt/hari} \\ &= 121.80562 \text{ kw/hari} \end{aligned}$$

$$P = \frac{E_{PV}}{h} = \frac{121805.6208}{5} = 24361.124 \text{ Watt/jam}$$

Jumlah Sel Surya

$$n = \frac{P}{P_{\text{output}}} = \frac{24361.12415}{435} = 56.003$$

= 57 panel disusun paralel

$$\begin{aligned} \text{Charge control} &= I_{sc} \times n_{pv} \\ &= 6,43 \times 58 \\ &= 366.51 \text{ A} \end{aligned}$$

Kapasitas batterrai	=	503 Ah
beban	=	6100 w
Waktu Lama baterai	=	beban / Vbatt
membackup beban	=	6100/ 12
	=	508.33 A
	=	503 ah x 42 unit/ 508,33
	=	41.56 jam

Lampiran Load Peralatan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

	AT SEA GOING				EM'CY			
	NORMAL				LOAD FACT (%)	SETS. USE	CONT. LOAD (kW)	INTER M. LOAD (kW)
	LOAD FACT	SETS. USE	CONT. LOAD	INTER M.				
49. Topping-up Air Compressor	60	1		18.9	60	(*)1	15.8	
15. LIFT MACH. RM FAN	80	1	0.7		80	1	0.7	
33. EM'CY GENERATOR RM FAN	80	1	0.7		80	1	0.7	
38. HOSPITAL RM FAN	80	1	0.3		80	1	0.3	
43. PAINT RM FAN	80	1	0.7		80	1	0.7	
45. EM'CY FIRE PUMP RM FAN	80	1	1.3		80	1	1.3	
1. RADARS	80	1	1.2		80	1	1.2	
2. NAV. DEV.	80	1	1.2		40	1	0.6	
3 FOG HORN					80	1	5.3	
4. INNER COMMUNICATION	80	1		1.6	80	1	1.6	
5. RADIO EQU.	80	1		2.8	80	1	2.8	
1. DOUGH MACHINE	80	1		1.3				
2. UNIVERSAL MIXER	80	1		0.3				
3. MEAT SLICER	80	1		0.2				
4. BAKING & ROASTING OVEN	80	1		9.6				
5. ELECTRIC COOKING RANGE W/OVEN	80	1		18.7				
6. REFRIGERATOR (STAINLESS STEEL)	80	1		0.2				
7. REFRIGERATOR (AR-228)	80	14		1.5				
8. TILTING FRYING TABLE	80	1		7.0				
9. TILTING BOILER PAN	80	1		7.2				
10. ELECTRIC RICE COOKER	80	3		6.2				
11. ELE. STRAM BOX	80	1		7.2				
12. STERILIZED CABINET (ADC-102)	80	2		2.2				
13. STERILIZED CABINET (ADC-52)	80	1		1.0				
14. WASTE DISPOSER	80	1		0.5				
15. MEAT GRINDER	80	1		0.4				
16. SOYA-BEAN MILK MACHINE	80	1		1.0				
17. WATER BOILER	70	1		1.4				
18. HOT PLATE	80	1		0.8				
19. TOASTER (4 SLICE)	80	2		3.7				
20. WATER BOILER	80	5		12.0				
21. COFFEE BREWER	80	3		5.1				
22. MICROWAVE OVEN	80	7		5.0				
23. ELECTRIC RICE HEAT PLATE	70	3		3.5				
24. ICE MAKING MACHINE	80	1		0.5				
25. AUTOMATIC DOMESTIC WASHING MACHINE	80	1		1.8				
26. INDUSTRY WASHING MACHINE	70	1		7.0				
27. DRYING MACHINE	70	1		1.6				
28. ELECTRIC IRON	70	2		1.7				
29. DRINKING FOUNTAIN	70	8		1.0				
30. TILTING BOILER	80	1		7.2				
Total			6.1	140.1			31	

116.8

Total kebutuhan daya peralatan cont load

per hari = 6,1 x 24 jam = 146.4 kw/hari

Total kebutuhan daya peralatan int load

per hari = 140,1 x 3 jam = 420.3 kw/hari

Total kebutuhan daya peralatan per hari = 146,4 + 420,3 = 566.7 kw/hari

657.5 kw/hari

27.396 kw/jam

751.5 kw/jam

Lampiran Perhitungan Sistem Sel Surya Untuk Peralatan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

1. Inverter

Beban puncak	=	18700	watt	
Inverter Rating	=	10000	watt	x 4unit
Efisiensi	=	0.877		

2. Baterai

Dengan DOD=50%, diketahui life cycle baterai = 3200 cycle / 365 = 8,5 tahun

$$E_L = 566.7 \text{ kw/hari}$$

$$E_{DC} = \frac{E_L}{\text{eff inverter}} = \frac{566700}{0.877} = 646180.16 \text{ watt/hari}$$

$$E_{\text{batt}} = \frac{E_{DC}}{\text{DoD} \times \text{Eff}_{\text{batt}}} = \frac{646180.2}{0,5 \times 0,85} = 1520423.9 \text{ watt/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Energi tiap baterai} &= 500 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} \\ &= 6036 \text{ watt/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{1520423.905}{6036} = 251.8926 \approx 252 \text{ baterai disusun paralel}$$

3. Sel Surya

$$\begin{aligned} E_{PV} &= \frac{E_{DC}}{\text{Eff}_{\text{batt}}} = \frac{646180.1596}{0.85} = 760211.95 \text{ watt/hari} \\ &= 760.21195 \text{ kw/hari} \end{aligned}$$

$$P = \frac{E_{PV}}{h} = \frac{760211.9525}{5} = 152042.39 \text{ Watt/jam}$$

Jumlah Sel Surya

$$n = \frac{P}{P_{\text{output}}} = \frac{152042.3905}{435} = 349.523$$

≈ 350 panel disusun paralel

$$\begin{aligned} \text{Charge control} &= I_{sc} \times n_{pv} \\ &= 6,43 \times 350 \\ &= 2250.5 \text{ A} \end{aligned}$$

Lampiran Perhitungan Dimensi Ruang Battery di Kapal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DIMENSI RUANG BATERAI

ruang yang tersedia

Panjang	5026.3 mm
Lebar	2697.5 mm
Tinggi	2700 mm
Volume	36607799475 mm3

ruang yang dibutuhkan (volume baterai)

Panjang	520 mm
Lebar	268 mm
Tinggi	41 mm
Volume	5,713,760 mm3
Jumlah baterai	252 unit

Total	1439867520 mm3	1.43986752 m3
-------	----------------	---------------

Perbandingan volume ruangan	$\frac{1439867520}{36607799475} =$	0.039332261
-----------------------------	------------------------------------	-------------

Lampiran Pemilihan Sistem Sel Surya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Spesifikasi Panel Surya

Solar Panel	Len 200 Wp – 24 V Monocrystalline (16%)	SunPower E20-435-COM	KyoCera KD180GX-LP
Output Power	200 WP	435 Wp	180 WP
Max Power Voltage	37,4 V	72,9 V	23,6 V
Max Power Current	5,35 A	5,97 A	7,63 A
Open Circuit Voltage	45,5 V	85,6 V	29,5 V
Short Circuit Current	5,8 A	6,43 A	8,35 A
Efficiency	16%	20.3%	16%
Size	1580 x 808 x 45 mm	2067 x 1046 x 46 mm	1341 x 990 x 36 mm
Weight	16 kg	25,4 kg	17,9 kg

Kebutuhan Panel Surya

Solar Panel	Len 200 Wp – 24 V Monocrystalline (16%)	SunPower E20-435-COM	KyoCera KD180GX-LP
Output Power	200 WP	435 Wp	180 WP
Jumlah panel yang diperlukan	121.81	350.00	135.34
Berat total modul (kg)	1948.89	8890.00	2422.58
Daya yang dihasilkan (wp)	21400	21315	21420

Harga/unit

Rp 5,740,906

Rp 2,718,682

Spesifikasi Baterai

Tipe	Tegangan(V)	Kapasitas (ah)	Banyak Baterai (n)	Total Kapasitas (Ah)	Total daya (w)	daya tiap jam(w)
12CS11PC20	12	503	251.8926	252	126756	1521072
TR 12V 500AH	12	500	253.404	254	127000	1524000
8A4DLTP	12	200	633.51	634	126800	1521600
solarin CE Rohs	2	1100	691.1018	692	761200	1522400
2KS33PM	2	1766	430.4711	431	761146	1522292

Harga/unit

Total Harga

Rp 18,238,927.00	Rp 4,596,209,604.00
Rp 2,533,785.00	Rp 643,581,390.00
Rp 4,002,310.00	Rp 2,537,464,540.00
Rp 2,452,050.00	Rp 1,696,818,600.00
Rp 13,382,252.00	Rp 5,767,750,612.00

Spesifikasi Inverter

Type	pwri8k22050
Cont Output Power	10000 watt
DC input	10-15 Volt
AC Output	220/240 Volt
Efficiency	87%
Price	Rp 1,362,250.00

N = 2



Charger Controller
MPPT

Rp 11,203,518.00

BlueSolar Charge Controller	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Battery voltage	12 / 24 / 48V Auto Select (software tool needed to select 36V)				
Rated charge current	45A	60A	70A	85A	100A
Maximum PV power, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Maximum PV power, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Maximum PV power, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Maximum PV open circuit voltage	150V absolute maximum coldest conditions 145V start-up and operating maximum				
Maximum efficiency	98%				

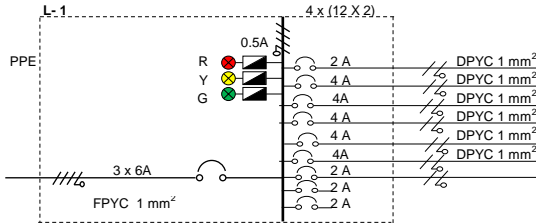
Tipe	Tegangan Output(V)	Tegangan Input(V)	Arus Pengisian Rata-rata	Banyak Charger		Total Kapasitas (Ah)
Blue solar 150/100	12v/24v	145	100	15.03704	17	1503.7



Lampiran Wiring Diagram

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

L-1



No. Sal	Phase	Jumlah Titik	I Nom (A)	Lampu						Daya (Watt)			
				1 X 3 W	1 X 4,4 W	1 X 15 W	1X200A	1X400A	1X500A	R	S	T	
1	R1	11	1.45	7							255.4		
2	S1	11	3.16	7	1	2	1			1		555.4	
3	T1	4	2.33	2	1	1							410.4
3	R2	11	3.10	7	2	1				1	544.8		
3	S2	11	1.45	7	1	2	1				255.4		
3	T2	9	2.41	8					1				424
4	R3			SPARE						0			
5	S3												
6	T3												
TOTAL		26		38	6	7	2	2	2		800.2	810.8	834.4

* Menentukan kabel pengaman

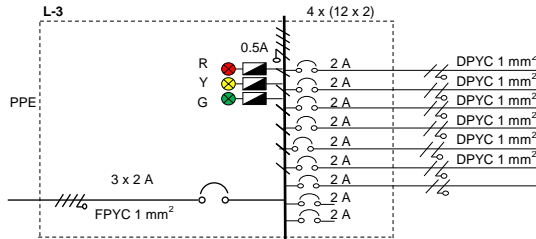
$$\begin{aligned} I_{\text{nominal}} &= \frac{P}{3 \times V \times \cos \varphi} \\ &= \frac{2445.4}{(3 \times 220 \times 0.8)} \\ &= \mathbf{4.63 \text{ A}} \end{aligned}$$

* Menentukan ukuran Busbar

$$\begin{aligned} I_{\text{busbar}} &= 4 \times I_{\text{nominal}} \\ &= 18.5258 \quad \mathbf{A} \end{aligned}$$

$P_{\text{total}} = R + S + T$
 $P_{\text{total}} = 2445.4 \text{ Watt}$
 $V = 220 \text{ volt}$
 $\cos \theta = 0.8$

L-3



No. Sal	Phase	Jumlah Titik	I Nom (A)	Lampu				Daya (Watt)		
				1 X 3 W	1 x 4,4 W	1 x 8 W	1 X 15 W	R	S	T
1	R1	7	0.37	1	2	1	3	64.8		
2	S1	7	0.37	1	2	1	3		64.8	
3	T1	7	0.37	1	2	1	3			64.8
2	R2	7	0.41	1	2		4	71.8		
2	S2	7	0.35	1	3		3		61.2	
2	T2	7	0.35	1	3		3			61.2
4	R2	SPARE								
5	S2									
6	T2									
TOTAL		42		6	14	3	19	136.6	126	126

* Menentukan kabel pengaman

$$\begin{aligned} I_{\text{nominal}} &= \frac{P}{3 \times V \times \cos \phi} \\ &= \frac{378}{(3 \times 220 \times 0.8)} \\ &= \mathbf{0.74 \text{ A}} \end{aligned}$$

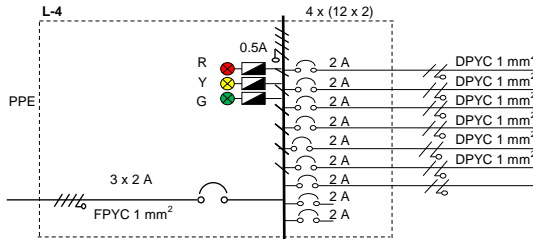
* Menentukan ukuran Busbar

$$\begin{aligned} I_{\text{busbar}} &= 4 \times I_{\text{nominal}} \\ &= 2.94394 \quad \mathbf{A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= R + S + T \\ P_{\text{total}} &= 388.6 \quad \text{Watt} \\ V &= 220 \quad \text{volt} \\ \cos \theta &= 0.8 \end{aligned}$$

B DECK

L-4



No. Sal	Phase	Jumlah Titik	I Nom (A)	Lampu				Daya (Watt)		
				1 X 3 W	1 x 4,4 W	1 x 8 W	1 X 15 W	R	S	T
1	R1	10	0.43	3	3	1	3	75.2		
2	S1	10	0.43	3	3	1	3		75.2	
3	T1	10	0.43	3	3	1	3			75.2
2	R2	8	0.39	2	2	1	3	67.8		
2	S2	11	0.38	4	4	1	2		67.6	
2	T2	9	0.37	4	2		3			65.8
4	R2			SPARE						
5	S2									
6	T2									
TOTAL		58		19	17	5	17	143	142.8	141

* Menentukan kabel pengaman

$$I_{\text{nominal}} = \frac{P}{3 \times V \times \cos \theta}$$

$$= \frac{428.4}{(3 \times 220 \times 0.8)}$$

$$= 0.81 \text{ A}$$

$$P_{\text{total}} = R + S + T$$

$$P_{\text{total}} = 426.8 \text{ Watt}$$

$$V = 220 \text{ volt}$$

$$\cos \theta = 0.8$$

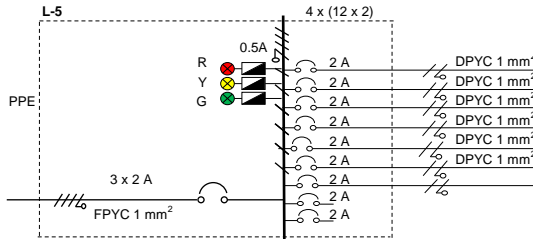
* Menentukan ukuran Busbar

$$I_{\text{busbar}} = 4 \times I_{\text{nominal}}$$

$$= 3.23333 \text{ A}$$

A DECK

L-5



No. Sal	Phase	Jumlah Titik	I Nom (A)	Lampu				Daya (Watt)		
				1 X 3 W	1 x 4,4 W	1 x 8 W	1 X 15 W	R	S	T
1	R1	8	0.51	1	1	1	5	90.4		
2	S1	8	0.53	1		2	5		94	
3	T1	8	0.51	1	1	1	5			90.4
2	R2	9	0.60	1	1	1	6	105.4		
2	S2	8	0.57	1		1	6		101	
2	T2	9	0.60	1	1	1	6			105.4
4	R2			SPARE						
5	S2									
6	T2									
TOTAL		50		6	4	7	33	195.8	195	195.8

* Menentukan kabel pengaman

$$I_{\text{nominal}} = \frac{P}{3 \times V \times \cos \theta}$$

$$= \frac{585}{(3 \times 220 \times 0.8)}$$

$$= 1.11 \text{ A}$$

$$P_{\text{total}} = R + S + T$$

$$P_{\text{total}} = 586.6 \text{ Watt}$$

$$V = 220 \text{ volt}$$

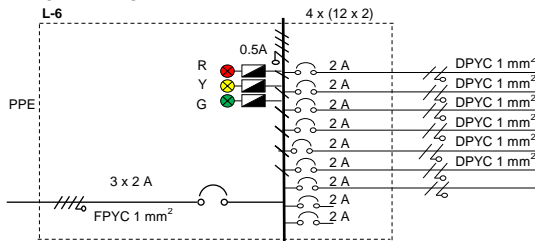
$$\cos \theta = 0.8$$

* Menentukan ukuran Busbar

$$I_{\text{busbar}} = 4 \times I_{\text{nominal}}$$

$$= 4.44394 \text{ A}$$

L-6



No. Sal	Phase	Jumlah Titik	I Nom (A)	Lampu				Daya (Watt)		
				1 X 3 W	1 x 4,4 W	1 x 8 W	1 X 15 W	R	S	T
1	R1	13	0.64	3	1	5	4	113.4		
2	S1	13	0.70	3		5	5		124	
3	T1	14	0.75	3		6	5			132
2	R2	14	0.75	3		6	5	132		
2	S2	13	0.70	3		5	5		124	
2	T2	13	0.66	3		6	4			117
4	R2	SPARE								
5	S2									
6	T2									
TOTAL		80		18	1	33	28	245.4	248	249

* Menentukan kabel pengaman

$$I_{\text{nominal}} = \frac{P}{3 \times V \times \cos \varphi}$$

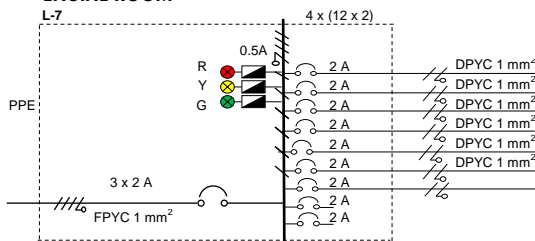
$$= \frac{744}{(3 \times 220 \times 0,8)}$$

$$= 1,41 \text{ A}$$

* Menentukan ukuran Busbar

$P_{\text{total}} = R + S + T$
 $P_{\text{total}} = 742.4 \text{ Watt}$
 $V = 220 \text{ volt}$
 $\cos \theta = 0.8$

L-7



No. Sal	Phase	Jumlah Titik	I Nom (A)	Lampu				Daya (Watt)		
				1 X 3 W	1 x 4,4 W	1 x 8 W	1 X 15 W	R	S	T
1	R1	4	0.18			4		32		
2	S1	4	0.18			4			32	
3	T1	4	0.18			4				32
2	R2	4	0.18			4		32		
2	S2	4	0.18			4			32	
2	T2	4	0.18			4				32
4	R2	SPARE								
5	S2									
6	T2									
TOTAL		24		0	0	24	0	64	64	64

* Menentukan kabel pengaman

$$I_{\text{nominal}} = \frac{P}{3 \times V \times \cos \varphi}$$

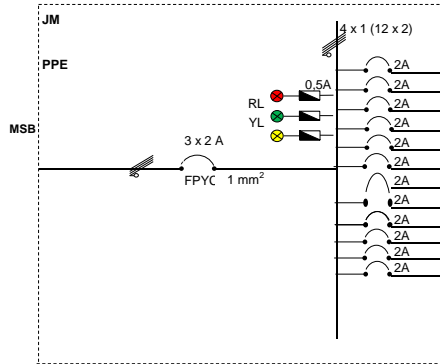
$$= \frac{192}{(3 \times 220 \times 0,8)}$$

$$= \mathbf{0,36 \text{ A}}$$

* Menentukan ukuran Busbar

P total = R + S + T			
P total = 192	Watt	I busbar = 4 x I nominal	
V = 220	volt	= 1.45455	A
Cos θ = 0.8			

Junction Monitoring Navigasi



No. Saluran	I Nom. (A)	Peralatan	Power (kW)	Input (kW)	Daya (kW)		
					R	S	T
1	0.359	Mast Light (Fore Mast)	0.06	0.063	0.063		
2	0.359	Mast Light (Radar Mast)	0.06	0.063		0.063	
3	0.359	Side Light (Upp Deck Starboard)	0.06	0.063			0.063
4	0.359	Side Light (Upp Deck Portside)	0.06	0.063			0.063
5	0.239	Stern Light (Upp Deck Aft)	0.04	0.042			0.042
6	0.239	Anchor Light (Fore Mast)	0.04	0.042		0.042	
7	0.239	Anchor Light (Upp Deck Aft)	0.04	0.042	0.042		
8	0.359	Not Under Comm Light (Radar Mast)	0.06	0.063		0.063	
9	0.359	R.M.A (Radar Mast)	0.06	0.063	0.063		
10		SPARE					
11							
12							
TOTAL POWER			0.48	0.505	0.168	0.168	0.168

Menentukan kabel pengaman

$$\begin{aligned} - I_{ps} &= \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \\ &= \frac{505}{\sqrt{3} \times 380 \text{ volt} \times 0.8} \\ &= 0.960 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Menentukan ukuran busbar

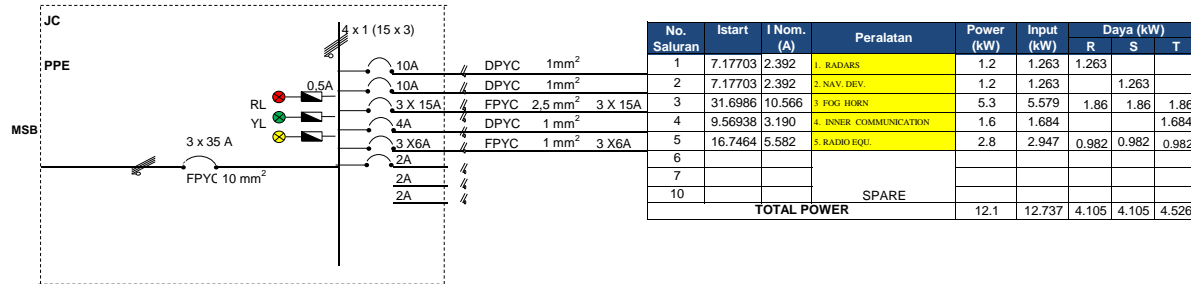
$$\begin{aligned} I_{sc} &= 4 \times I_{total} \\ &= 4.795 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} P &= P_{\text{total}} \\ &= 0.505 \text{ kW} \\ &= 505 \text{ W} \\ V &= 380 \text{ volt} \\ \cos\phi &= 0.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - I_{\text{total}} &= I_{\text{ps}} + I_{\text{start terbesar}} \\ &= 1.199 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

JUNCTION NAVIGATION, COMMUNICATION AND SAFETY EQUIPMENT



Menentukan kabel pengaman

$$\begin{aligned}
 I_{ps} &= \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \\
 &= \frac{12737}{\sqrt{3} \times 380 \text{ volt} \times 0.8} \\
 &= 24.190 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

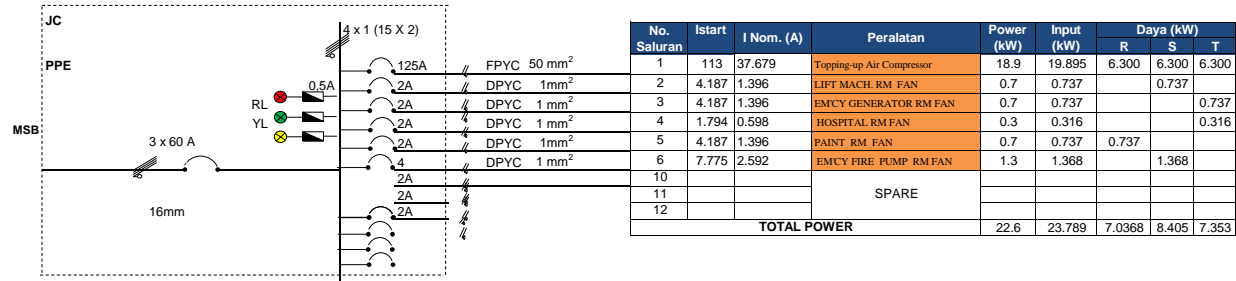
$$\begin{aligned}
 P &= P_{\text{total}} \\
 &= 12.737 \text{ kW} \\
 &= 12736.842 \text{ W} \\
 V &= 380 \text{ volt} \\
 \cos\phi &= 0.8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{\text{total}} &= I_{ps} + I_{\text{start terbesar}} \\
 &= 33.759 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Menentukan ukuran busbar

$$\begin{aligned}
 I_{sc} &= 4 \times I_{\text{total}} \\
 &= 135.036 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

JUNCTION AIR CONDITIONER



Menentukan kabel pengaman

$$\begin{aligned}
 I_{ps} &= \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi} \\
 &= \frac{23789}{\sqrt{3} \times 380 \text{ volt} \times 0.8} \\
 &= 45.180 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Menentukan ukuran busbar

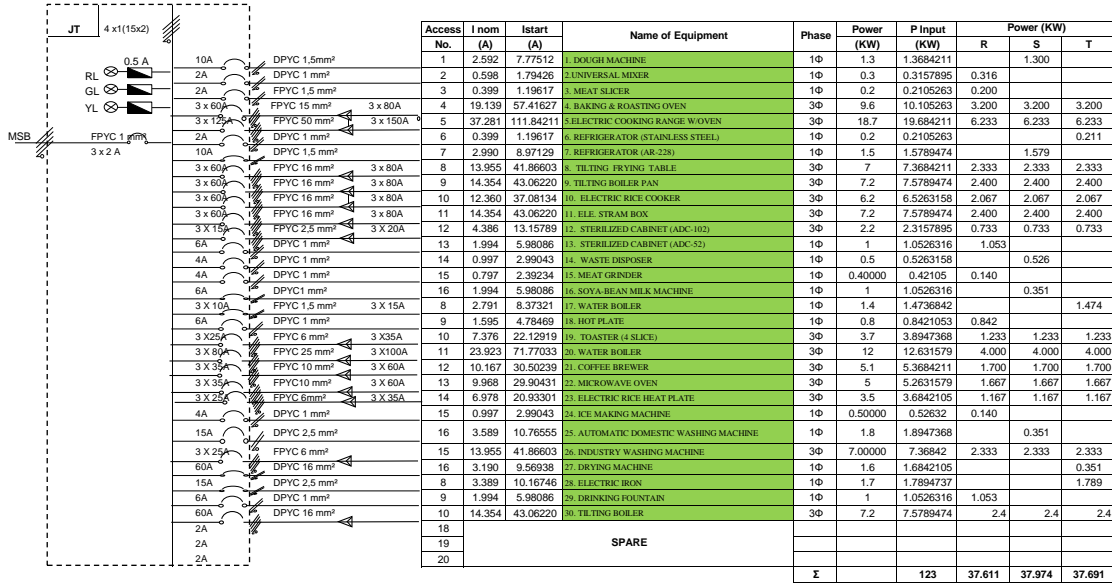
$$\begin{aligned}
 I_{sc} &= 4 \times I_{total} \\
 &= 632.875 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned}
 P &= P_{total} \\
 &= 23.789 \text{ kW} \\
 &= 23789.474 \text{ w} \\
 V &= 380 \text{ volt} \\
 \cos\phi &= 0.8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{total} &= I_{ps} + I_{start \text{ terbesar}} \\
 &= 158.219 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

JUNCTION GALLEY AND LAUNDRY EQUIPMENT



* Menentukan kabel pengaman

$$\begin{aligned} I_{\text{total}} &= \frac{P}{3 \times V \times \cos \theta} \\ &= \frac{124}{3 \times 220 \times 0.8} \\ &= \mathbf{0.2354 \quad A} \end{aligned}$$

* Menentukan ukuran Busbar

$$\begin{aligned} I_{sc} &= 4 \times I_{total} \\ &= 0.94 \quad A \\ &= I_{total} + I_{start\ terbesar} \\ &= 112.08 \end{aligned}$$

dimana : $P = P \text{ total dari } P_r, P_s, P_t$
 $= 124$
 $V = 220$
 $\cos \theta = 0.8$

kW
Volt

Lampiran Data Busbar

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Pembebanan AI Penampang Persegi

Ukuran	Berat	ARUS BOLAK BALIK																Ukuran Penampang Kabel dan Pengaman		
		Dicat Jumlah Batang								Telanjang Jumlah Batang								Penampang kabel	KHA	Pengaman
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	(mm2)	(Ampere)	(Ampere)
12x2	0.06	100	180	-	-	80	140	-	-	105	185	-	-	80	145	-	-	1	11	2,4,6
15x2	0.08	125	215	-	-	95	170	-	-	130	225	-	-	95	175	-	-	1.5	14	10
15x3	0.12	150	265	-	-	115	210	-	-	155	270	-	-	115	220	-	-	2.5	20	15
20x2	0.11	165	280	-	-	120	220	-	-	170	295	-	-	125	225	-	-	4	25	20
20x3	0.16	245	425	-	-	145	270	-	-	200	350	-	-	150	250	-	-	6	31	25
20x5	0.27	325	550	-	-	195	350	-	-	272	460	-	-	200	370	-	-	10	43	35
25x3	0.2	240	410	-	-	180	330	-	-	245	430	-	-	185	340	-	-	16	75	60
25x5	0.34	310	535	-	-	230	432	-	-	320	550	-	-	235	440	-	-	25	100	80
30x3	0.24	280	480	-	-	205	365	-	-	290	500	-	-	270	400	-	-	35	125	100
30x5	0.4	362	625	-	-	272	550	-	-	330	645	-	-	275	520	-	-	50	160	125
40x3	0.32	370	630	-	-	280	500	-	-	380	660	-	-	285	520	-	-	70	200	150
40x5	0.54	480	800	-	-	285	650	-	-	485	830	-	-	360	860	-	-	95	240	200
40x10	1.08	670	1200	1650	2250	315	975	1330	1800	700	1240	1752	-	540	1000	1420	-	120	260	225
50x5	0.67	360	920	1400	1850	425	732	1120	1500	490	1020	1500	-	445	805	1220	-	150	325	250
50x10	1.35	820	1440	1960	2660	625	1130	1800	2160	850	1520	2140	-	652	1000	1720	-	185	380	300
60x5	0.81	670	1180	1600	2120	500	900	1300	1730	700	1300	1700	2200	532	960	1420	1852	240	450	350
60x10	1.62	960	1600	2280	3040	732	1300	1900	2500	1000	1800	2500	3150	772	1430	2000	2600	300	525	400
80x5	3.08	880	1500	2000	2600	680	1170	1630	2230	910	1600	2200	2800	700	1260	1850	2400	400	640	500
80x10	2.36	1250	2140	2860	3000	947	1700	2760	3100	1000	2100	3200	4100	950	1842	2640	3400	500		600
100x5	1.35	1080	1880	2450	3100	800	1440	2000	2600	1100	2200	2500	3400	850	1550	2200	2900	625		700
100x10	2.7	1520	2550	3400	4300	1150	2280	2800	3760	1180	2800	3920	5000	1000	2741	2200	4010	800		800
																		1000		1000

Lampiran Perhitungan Biaya Lampu FL

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Nav. Bridge Deck LTS (L-1)

No	Ruangan	Lampu			Perhitungan		Harga satuan (\$)	Harga Total (\$)	Harga Total (Rp)
		Type	Σ	Daya Per Lampu (Watt)	N	Daya (Watt)			
1	Wheelhouse	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	2	40	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp 558,119.38
2	Chart Space	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
3	Pilot	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
4	Lavatory	Mirror light with globe & Receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp 115,997.10
5	Nav Toilet	Pendant light without guard type P1S2 (Fix Type)	1	60	1	60	\$ 34.70	\$ 34.70	Rp 462,655.10
6	Battery Room	Flame proof ceiling light (W.T Type)	1	20	1	20	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
7	Nav & Radio LKR	Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
8	Deck Wing STBD	Halogen flood light (IP 56)	1	1000	1	1000	\$ 154.00	\$ 154.00	Rp 2,053,282.00
9	Deck Wing PORT	Halogen flood light (IP 56)	1	1000	1	1000	\$ 154.00	\$ 154.00	Rp 2,053,282.00
10	Radio Tra Room	Pendant light type P1S2 (Fix Type)	1	60	1	60	\$ 34.70	\$ 34.70	Rp 462,655.10
	Total					2310		\$ 597.16	Rp 7,961,934.28

C Deck LTS (L-3)

No	Room	Type of Armature Convensional Lamp			Calculation		Harga satuan	Harga Total		
		Type	Σ	Daya Per Lampu (Watt)	N	Daya (Watt)				
1	Capt's Day Room	Ceiling light with louver (Flush type)	1	20	2	40	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp	558,119.38
2		Table light	1	60	1	60	\$ 34.70	\$ 34.70	Rp	462,655.10
3	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp	115,997.10
4	Capt's Bed Room	Ceiling light with louver (Flush type)	3	20	2	120	\$ 47.20	\$ 94.40	Rp	1,258,635.20
5	C/Eng Day Room	Ceiling light with louver (Flush type)	2	20	5	200	\$ 47.20	\$ 236.00	Rp	3,146,588.00
6		Table light	1	60	1		\$ 34.70	\$ 34.70	Rp	462,655.10
7	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp	115,997.10
8	C/Eng Bed Room	Ceiling light with louver (Flush type)	3	20	2	120	\$ 62.79	\$ 125.58	Rp	1,674,358.14
9	1/Eng Day Room	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	1	60	\$ 69.40	\$ 69.40	Rp	925,310.20
10		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp	183,995.40
11	1/Eng Bed Room	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp	629,317.60
12	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp	115,997.10
13	C/Off Day Room	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	1	60	\$ 69.40	\$ 69.40	Rp	925,310.20
14		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp	183,995.40
15	C/Off Bed Room	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp	629,317.60
16	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp	115,997.10
17	2/Eng	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	1	60	\$ 69.40	\$ 69.40	Rp	925,310.20

18		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
19	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp 115,997.10
20	3/Eng	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	1	60	\$ 69.40	\$ 69.40	Rp 925,310.20
21		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
22	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp 115,997.10
23	4/Eng	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	1	60	\$ 69.40	\$ 69.40	Rp 925,310.20
24		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
25	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp 115,997.10
26	Off Spare	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	1	60	\$ 69.40	\$ 69.40	Rp 925,310.20
27		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
28	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp 115,997.10
29	4/Off	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	1	60	\$ 69.40	\$ 69.40	Rp 925,310.20
30		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
31	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp 115,997.10
32	2/Off	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	1	60	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
33		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
34	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp 115,997.10
35	3/Off	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	1	60	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
36		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
37	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp 115,997.10
38	Ele/Off Bed Room	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	1	60	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
39		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40

40	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp 115,997.10
41	Elect Room					0		\$ -	Rp -
42	Off Laundry	Ceiling light with clear globe (D.P. Fix Type)	1	20	1	20	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
43	Emerg Gen Room	Ceiling light with clear globe (D.P.Hang Type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
44	P.D.T	Pendant light without guard type PIS2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 34.70	\$ 34.70	Rp 462,655.10
45	Gang way 1	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
46	Gang way 2	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
47	Gang way 3	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
48	Stairway	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
					Total	1810		\$ 1,849.34	Rp 24,657,250.22

B Deck LTS (L-4)

No	Ruangan	Lampu			Perhitungan		Harga satuan	Harga Total		
		Type	Σ	Daya Per Lampu (Watt)	N	Daya (Watt)				
1	No. 1 Oil	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp	629,317.60
2		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp	183,995.40
3	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp	279,059.69
4	C/Stew	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp	629,317.60
5		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp	183,995.40
6	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp	279,059.69
7	Bos'n	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp	629,317.60
8		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80		Rp	-
9	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp	279,059.69
10	Crew's Spare	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp	629,317.60
11		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp	183,995.40
12	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp	279,059.69
13	SM(C)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp	629,317.60
14		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp	183,995.40
15	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp	279,059.69
16	AB.SM(A)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp	629,317.60
17		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp	183,995.40

18	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
19	AB.SM(B)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
20		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
21	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
22	AB.SM(C)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
23		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
24	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
25	SM(A)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
26		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
27	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
28	SM(B)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
29		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
30	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
31	Oil (A)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
32		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
33	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
34	Oil (B)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
35		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
36	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
37	Oil (C)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
38		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40

39	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
40	M.M (A)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
41		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
42	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
43	M.M (B)	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
44		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
45	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
46	Cook	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
47		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
48	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
49	Stew	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
50		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
51	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
52	ECT	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 34.70	\$ 34.70	Rp 462,655.10
53	LKR (1)	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 34.70	\$ 34.70	Rp 462,655.10
54	LKR (2)	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 34.70	\$ 34.70	Rp 462,655.10
55	LKR (3)	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 34.70	\$ 34.70	Rp 462,655.10

56	P.D.T	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 34.70	\$ 34.70	Rp 462,655.10
57	Gang way 1	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	2	40	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp 558,119.38
58	Gang way 2	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	2	40	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp 558,119.38
59	Gang way 3	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
60	Stairway	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
					Total	1695		\$ 1,678.09	Rp 22,373,973.97

A Deck LTS (L-5)

No	Ruangan	Lampu			Perhitungan		Harga satuan	Harga Total		
		Type	Σ	Daya Per Lampu (Watt)	N	Daya (Watt)				
1	Off's Smoke Room	Ceiling light with globe (Surface type)	2	18	2	72	\$ 15.00	\$ 30.00	Rp	399,990.00
2		Table light	1	60	1	60	\$ 34.70	\$ 34.70	Rp	462,655.10
3	Off's Mess Room	Ceiling light with globe (Surface type)	2	18	4	144	\$ 15.00	\$ 60.00	Rp	799,980.00
4		Ornament Wall Light	1	60	2	120	\$ 34.70	\$ 69.40	Rp	925,310.20
5	Hospital	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	40	1	80	\$ 45.00	\$ 45.00	Rp	599,985.00
6		Desk light (N.W.T)	1	15	1	15	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp	183,995.40
7	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp	279,059.69
8	Galley LKR	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp	279,059.69
9	E.C.T	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp	279,059.69
10	LKR (5)	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93		Rp	-
11	Bond LKR	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp	279,059.69
12	Comm Toil (1)	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp	279,059.69

13	LKR (4)	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
14	P.D.T	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
15	Galley	Ceiling light with globe (Surface type)	1	20	7	140	\$ 20.93	\$ 146.51	Rp 1,953,417.83
16		Corner light with globe (surface type)	1	20	7	140	\$ 20.93	\$ 146.51	Rp 1,953,417.83
17		Spot light type wb 2	1	40	1	40	\$ 13.80	\$ 13.80	Rp 183,995.40
18	Off Pantry	Corner light with globe (surface type)	1	20	2	40	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp 558,119.38
19		Ceiling light with globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
20	ShipOffice&Cargo Cont R	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
21		Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	40	2	160	\$ 45.00	\$ 90.00	Rp 1,199,970.00
22		Desk light (N.W.T)	1	15	4	60	\$ 13.80	\$ 55.20	Rp 735,981.60
23	Crews Smoke Room	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	40	2	160	\$ 45.00	\$ 90.00	Rp 1,199,970.00
24	Crews Mess Room	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	40	2	160	\$ 45.00	\$ 90.00	Rp 1,199,970.00
25	Stairway	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
26	Gangway	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	3	60	\$ 20.93	\$ 62.79	Rp 837,179.07
					Total	1951		\$ 1,198.87	Rp 15,984,533.71

UPPER Deck LTS (L-5)

No	Ruangan	Lampu			Perhitungan		Harga satuan	Harga Total	
		Type	Σ	Daya Per Lampu (Watt)	N	Daya (Watt)			
1	Worker Room	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	2	80	\$ 47.20	\$ 94.40	Rp 1,258,635.20
2		Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
3	Lavatory	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	1	20	\$ 8.70	\$ 8.70	Rp 115,997.10
4	Prov Store	Ceiling light with clear globe (D.P fixed type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
5	Crews Laundry	Ceiling light with clear globe (D.P fixed type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
6	Air Cond Unit Room	Ceiling light with clear globe (D.P hanged type)	2	20	5	200	\$ 47.20	\$ 236.00	Rp 3,146,588.00
7	Dk Store&Workshop	Ceiling light with clear globe (D.P fixed type)	1	20	2	40	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp 558,119.38
8	Paint Store	Flame proof ceiling light (w.t.type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
9	Comm Toil	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
10	LKR (6)	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	2	120	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp 558,119.38
11	Hyd Pump Unit RM	Ceiling light with clear globe (D.P fixed type)	2	20	3	120	\$ 47.20	\$ 141.60	Rp 1,887,952.80
12	Foam Tk RM&Fire Station	Ceiling light with clear globe (D.P fixed type)	2	20	3	120	\$ 47.20		Rp -
13	Off Change Room	Ceiling light with clear globe (D.P fixed type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69

14	Crews Change Room	Ceiling light with clear globe (D.P fixed type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
15	Gymnasium	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	40	1	80	\$ 45.00	\$ 45.00	Rp 599,985.00
16	E.C.T	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
17	Prov Hand Space	Ceiling light with clear globe (D.P fixed type)	1	20	4	80	\$ 20.93	\$ 83.72	Rp 1,116,238.76
18		Ceiling light with clear globe (D.P fixed type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
19	Rev Prov Store	wall light with guard type w	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
20	Lobby	wall light with guard type w	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
21	Fish	wall light with guard type w	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
22	Meat	wall light with guard type w	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
23	Veg	wall light with guard type w	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
24	Ace Space	Flame proof ceiling light (w.t.type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
25	Oxygen Space	Flame proof ceiling light (w.t.type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
26	Pump Room	Flame proof ceiling light (w.t.type)	2	20	3	120	\$ 47.20	\$ 141.60	Rp 1,887,952.80
27		Flame proof ceiling light (w.t.type)	1	20	2	40	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp 558,119.38
28	Garb. Space	Pendant light without guard type P182(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
29	Gang way 1	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	2	40	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp 558,119.38

30	Stairway	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
					Total	1780		\$ 1,347.74	Rp 17,969,417.42

Engine room LTS (L-7)

No	Ruangan	Lampu			Perhitungan		Harga satuan	Harga Total	
		Type	Σ	Daya Per Lampu (Watt)	N	Daya (Watt)			
1	Pump Room 2nd deck	Flame proof ceiling light (w.t.type)	2	20	3	120	\$ 47.20	\$ 141.60	Rp 1,887,952.80
2	Pump Room 3rd deck	Flame proof ceiling light (w.t.type)	2	20	2	80	\$ 47.20	\$ 94.40	Rp 1,258,635.20
3	Pump Room Turb Deck	Flame proof ceiling light (w.t.type)	2	20	2	80	\$ 47.20	\$ 94.40	Rp 1,258,635.20
4	Pump Room Floor	Flame proof ceiling light (w.t.type)	2	20	7	280	\$ 47.20	\$ 330.40	Rp 4,405,223.20
5	Eng Casing upper dk	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	2	20	3	120	\$ 47.20	\$ 141.60	Rp 1,887,952.80
6		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	40	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
7	Eng Casing A dk	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	2	20	4	160	\$ 47.20	\$ 188.80	Rp 2,517,270.40
8	Funnel	Pendant light without guard type PIS2(Fix Type)	1	60	1	60	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
9	Eng Control Rm	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	5	300	\$ 69.40	\$ 347.00	Rp 4,626,551.00
10		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	20	2	40	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp 558,119.38
11		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	2	20	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
12	Eng & Elect Store	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	40	3	120	\$ 47.20	\$ 141.60	Rp 1,887,952.80
13	2nd deck	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	2	20	9	360	\$ 47.20	\$ 424.80	Rp 5,663,858.40

14		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	20	3	60	\$ 20.93	\$ 62.79	Rp 837,179.07
15		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	40	1	40	\$ 47.20	\$ 47.20	Rp 629,317.60
16	No.1 Aux Blr	Pendant light without guard type PIS2(hang Type)	1	60	2	120	\$ 20.93	\$ 41.86	Rp 558,119.38
17	No. 2 Aux Blr	Pendant light without guard type PIS2(hang Type)	1	60	2	120	\$ 20.93		Rp -
18	Stairway	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
19	Workshop	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	40	4	160	\$ 47.20	\$ 188.80	Rp 2,517,270.40
20	3rd deck (port)	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	40	2	80	\$ 47.20	\$ 94.40	Rp 1,258,635.20
21		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	2	20	3	120	\$ 47.20	\$ 141.60	Rp 1,887,952.80
22		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	2	40	4	320	\$ 45.00	\$ 180.00	Rp 2,399,940.00
23		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
24	3rd deck (stbd)	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	2	20	8	320	\$ 47.20	\$ 377.60	Rp 5,034,540.80
25		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	40	6	240	\$ 47.20	\$ 283.20	Rp 3,775,905.60
26	Steer Gear Room	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	40	4	160	\$ 47.20	\$ 188.80	Rp 2,517,270.40
27		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	2	20	3	120	\$ 47.20	\$ 141.60	Rp 1,887,952.80
28	Emerg Fire Pmp Space	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	20	1	20	\$ 20.93	\$ 20.93	Rp 279,059.69
29	Floor	Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	2	20	9	360	\$ 47.20	\$ 424.80	Rp 5,663,858.40

30		Ceiling light with clear globe (D.P hang type)	1	20	3	60	\$ 47.20	\$ 141.60	Rp 1,887,952.80
31		Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	3	180	\$ 20.93	\$ 62.79	Rp 837,179.07
					Total	4080		\$ 4,501.62	Rp 60,020,099.46

Deck		Harga
Nav. Bridge Deck LTS (L-1)	Rp	7,961,934.28
C Deck LTS (L-3)	Rp	24,657,250.22
B Deck LTS (L-4)	Rp	22,373,973.97
A Deck LTS (L-5)	Rp	15,984,533.71
UPPER Deck LTS (L-5)	Rp	17,969,417.42
Engine room LTS (L-7)	Rp	60,020,099.46
Total	Rp	148,967,209.06

Lampiran Harga Lampu FL

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

No.	Detail	n arm	Wattage	Price
1	Ceiling light with milky globe (Surface type)	1	20	\$ 20.93
2	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	\$ 47.20
3	Desk light (N.W.T)	1	15	\$ 13.80
4	Mirror light with globe & Receptacle (D.P)	1	20	\$ 8.70
5	Pendant light without guard type P1S2 (Fix Type)	1	60	\$ 34.70
6	Flame proof ceiling light (W.T Type)	2	20	\$ 47.20
7	Halogen flood light (IP 56)	1	1000	\$ 154.00
8	Ceiling light with louver (Flush type)	1	20	\$ 20.93
9	Table light	1	60	\$ 34.70
10	Ceiling light with louver (Flush type)	3	20	\$ 62.79
11	Ceiling light with milky globe (Surface type)	3	20	\$ 69.40
12	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	20	\$ 47.20
13	Desk light (N.W.T)	1	15	\$ 13.80
14	Ceiling light with clear globe (D.P. Fix Type)	1	20	\$ 47.20
15	Ceiling light with clear globe (D.P.Hang Type)	2	20	\$ 47.20
16	Pendant light without guard type P1S2(Fix Type)	1	60	\$ 34.70
17	Mirror light with globe & receptacle (D.P)	1	20	\$ 20.93
18	Ceiling light with globe (Surface type)	2	18	\$ 15.00
19	Ornament Wall Light	1	60	\$ 34.70
20	Ceiling light with milky globe (Surface type)	2	40	\$ 45.00
21	Corner light with globe (surface type)	1	20	\$ 20.93
22	Spot light type wb 2	1	40	\$ 13.80
23	Ceiling light with clear globe (D.P hanged type)	2	20	\$ 47.20
24	wall light with guard type w	1	60	\$ 20.93
25	Flame proof ceiling light (w.t.type)	1	20	\$ 20.93
26	Pendant light without guard type P182(Fix Type)	1	60	\$ 20.93

Lampiran Perhitungan Biaya Lampu LED

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Daya (watt)	Lifetime @Lamp (h)	Hours/day (1 year)	Time to replace (year)	Fix time to replace (year)	Harga Satuan (Rp)				
									1	2	3	4
Wheelhouse	LEF-151N	3	15	50000	4380	11.41552511	11	Rp 224,000.00	Rp 672,000.00			
Chart Space	LEF-151N	1	15	50000	3650	13.69863014	13.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Pilot	LEF-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	2	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 132,500.00			
Nav Toilet	MINOR 568	2	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 132,500.00			
Battery Room	LEF-151N	1	15	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
Nav & Radio LKR	LEF-151N	1	15	50000	8760	5.707762557	5.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Deck Wing STBD	LEKH-03WG-P	19	3	25000	4380	5.707762557	5.5	Rp 32,000.00	Rp 608,000.00			
Deck Wing PORT	LEKH-03WG-P	19	3	25000	4380	5.707762557	5.5	Rp 32,000.00	Rp 608,000.00			
Radio Tra Room	LEF-151N	1	15	50000	8760	5.707762557	5.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Capt's Day Room	LEF-151N	2	15	50000	1460	34.24657534	34	Rp 224,000.00	Rp 448,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
Capt's Bed Room	LEF-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
C/Eng Day Room	LES-151N	2	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp 224,000.00	Rp 448,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
C/Eng Bed Room	LES-151N	1	15	50000	1460	34.24657534	34	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
1/Eng Day Room	LES-151N	1	15	50000	1460	34.24657534	34	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
1/Eng Bed Room	LES-151N	1	15	50000	1460	34.24657534	34	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
C/Off Day Room	LES-151N	2	15	50000	1460	34.24657534	34	Rp 224,000.00	Rp 448,000.00			
C/Off Bed Room	LES-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
2/Eng	LES-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
3/Eng	LES-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
4/Eng	LES-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			

Off Spare	LES-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp	224,000.00	Rp	224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp	66,250.00	Rp	66,250.00			
4/Off	LES-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp	224,000.00	Rp	224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp	66,250.00	Rp	66,250.00			
2/Off	LES-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp	224,000.00	Rp	224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp	66,250.00	Rp	66,250.00			
3/Off	LES-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp	224,000.00	Rp	224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp	66,250.00	Rp	66,250.00			
Ele/Off Bed Room	LES-151N	1	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp	224,000.00	Rp	224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp	66,250.00	Rp	66,250.00			
Elect Room	LEKN-08WU-B	1	8	25000	1095	22.83105023	22.5	Rp	105,867.50	Rp	105,867.50			
Off Laundry	MINOR 568	2	4.4	50000	1825	27.39726027	27	Rp	66,250.00	Rp	132,500.00			
Emerg Gen Room	LEKN-08WU-B	1	8	25000	365	68.49315068	68	Rp	105,867.50	Rp	105,867.50			
P.D.T	LEKN-08WU-B	1	8	25000	365	68.49315068	68	Rp	105,867.50	Rp	105,867.50			
Gang way 1	LEKH-03WG-P	1	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp	32,000.00	Rp	32,000.00		Rp	32,000.00

	Rp	32,000.00			Rp	32,000.00		Rp	32,000.00	

[illegible]

							Rp 105,867.50		
		Rp 32,000.00			Rp 32,000.00			Rp 32,000.00	

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Daya (watt)	Lifetime @ Lamp (h)	Hours/day (1 year)	Time to replace (year)	Fix time to replace (year)	Harga Satuan (Rp)				
									1	2	3	4
Gang way 2	LEKH-03WG-P	1	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 32,000.00		Rp 32,000.00	
Gang way 3	LEKH-03WG-P	1	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 32,000.00		Rp 32,000.00	
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 96,000.00		Rp 96,000.00	
No. 1 Oil	LES-151N	1	15	50000	2190	22.83105023	22.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
C/Stew	LES-151N	1	15	50000	2190	22.83105023	22.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
Bos'n	LES-151N	1	15	50000	2190	22.83105023	22.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
Crew's Spare	LES-151N	1	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
SM(C)	LES-151N	1	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
AB.SM(A)	LES-151N	1	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
AB.SM(B)	LES-151N	1	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
AB.SM(C)	LES-151N	1	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
SM(A)	LES-151N	1	15	50000	3285	15.22070015	15	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
SM(B)	LES-151N	1	15	50000	3285	15.22070015	15	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
Oil (A)	LES-151N	1	15	50000	3285	15.22070015	15	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
Oil (B)	LES-151N	1	15	50000	3285	15.22070015	15	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
Oil (C)	LES-151N	1	15	50000	3285	15.22070015	15	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			

Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp	66,250.00	Rp	66,250.00			
M.M (A)	LES-151N	1	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp	224,000.00	Rp	224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp	66,250.00	Rp	66,250.00			
M.M (B)	LES-151N	1	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp	224,000.00	Rp	224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp	66,250.00	Rp	66,250.00			
Cook	LES-151N	1	15	50000	2190	22.83105023	22.5	Rp	224,000.00	Rp	224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp	66,250.00	Rp	66,250.00			
Stew	LES-151N	1	15	50000	2190	22.83105023	22.5	Rp	224,000.00	Rp	224,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp	66,250.00	Rp	66,250.00			
ECT	LEKN-08WU-B	1	8	25000	365	68.49315068	68	Rp	105,867.50	Rp	105,867.50			
LKR (1)	LEKN-08WU-B	1	8	25000	1460	17.12328767	17	Rp	105,867.50	Rp	105,867.50			
LKR (2)	LEKN-08WU-B	1	8	25000	1460	17.12328767	17	Rp	105,867.50	Rp	105,867.50			
LKR (3)	LEKN-08WU-B	1	8	25000	1460	17.12328767	17	Rp	105,867.50	Rp	105,867.50			
P.D.T	LEKN-08WU-B	1	8	25000	365	68.49315068	68	Rp	105,867.50	Rp	105,867.50			
Gang way 1	LEKH-03WG-P	3	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp	32,000.00	Rp	96,000.00		Rp	96,000.00

[illegible]

							Rp 224,000.00		
							Rp 224,000.00		
	Rp 105,867.50								
	Rp 105,867.50								
	Rp 105,867.50								
		Rp 96,000.00			Rp 96,000.00			Rp 96,000.00	

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Daya (watt)	Lifetime @ Lamp (h)	Hours/day (1 year)	Time to replace (year)	Fix time to replace (year)	Harga Satuan (Rp)				
									1	2	3	4
Gang way 2	LEKH-03WG-P	10	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 320,000.00			
Gang way 3	LEKH-03WG-P	3	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 96,000.00		Rp 96,000.00	
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 96,000.00		Rp 96,000.00	
Off's Smoke Room	LEF-151S	2	15	50000	3285	15.22070015	15	Rp 224,000.00	Rp 448,000.00			
Lavatory	MINOR 568	2	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 132,500.00			
Off's Mess Room	LEF-151S	13	15	50000	3650	13.69863014	13.5	Rp 224,000.00	Rp 2,912,000.00			
Hospital	LEF-151N	6	15	50000	2920	17.12328767	17	Rp 224,000.00	Rp 1,344,000.00			
Lavatory	MINOR 568	2	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 132,500.00			
Galley LKR	LEF-151N	1	15	50000	2555	19.56947162	19.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
E.C.T	LEKN-08WU-B	1	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 105,867.50			
LKR (5)	LEKN-08WU-B	1	8	25000	1460	17.12328767	17	Rp 105,867.50	Rp 105,867.50			
Bond LKR	LEKN-08WU-B	1	8	25000	1460	17.12328767	17	Rp 105,867.50	Rp 105,867.50			
Comm Toil (1)	LEKN-08WU-B	1	8	25000	2555	9.784735812	9.5	Rp 105,867.50	Rp 105,867.50			
LKR (4)	LEKN-08WU-B	1	8	25000	1460	17.12328767	17	Rp 105,867.50	Rp 105,867.50			
P.D.T	LEKN-08WU-B	2	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 211,735.00			
Galley	LEF-151S	2	15	50000	2920	17.12328767	17	Rp 224,000.00	Rp 448,000.00			
Off's Pantry	LEF-151S	1	15	50000	2190	22.83105023	22.5	Rp 224,000.00	Rp 224,000.00			
ShipOffice&Cargo Cont Room	LEF-151S	3	15	50000	8760	5.707762557	5.5	Rp 224,000.00	Rp 672,000.00			
Crews Smoke Room	LEF-151S	2	15	50000	1460	34.24657534	34	Rp 224,000.00	Rp 448,000.00			
Crews Mess Room	LEF-151S	3	15	50000	2920	17.12328767	17	Rp 224,000.00	Rp 672,000.00			
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 96,000.00		Rp 96,000.00	
Gangway	LEKH-03WG-P	3	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 96,000.00		Rp 96,000.00	
Worker Room	LEF-151S	2	15	50000	3650	13.69863014	13.5	Rp 224,000.00	Rp 448,000.00			
Lavatory	MINOR 568	1	4.4	50000	730	68.49315068	68	Rp 66,250.00	Rp 66,250.00			
Prov Store	LEF-151S	3	15	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp 224,000.00	Rp 672,000.00			
Crews Laundry	MINOR 568	5	3	50000	1095	45.66210046	45.5	Rp 66,250.00	Rp 331,250.00			
Air Cond Unit Room	LEKN-08WU-B	5	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 529,337.50			

Dk Store&Workshop	LEKN-08WU-B	2	8	25000	365	68.49315068	68	Rp	105,867.50	Rp	211,735.00			
Paint Store	LEKN-08WU-B	2	8	25000	365	68.49315068	68	Rp	105,867.50	Rp	211,735.00			
Comm Toil	LEKN-08WU-B	1	8	25000	2555	9.784735812	9.5	Rp	105,867.50	Rp	105,867.50			
LKR (6)	LEKN-08WU-B	2	8	25000	1460	17.12328767	17	Rp	105,867.50	Rp	211,735.00			
Hyd Pump Unit RM	LEKN-08WU-B	4	8	25000	365	68.49315068	68	Rp	105,867.50	Rp	423,470.00			
Foam Tk RM&Fire St	LEKN-08WU-B	5	8	25000	365	68.49315068	68	Rp	105,867.50	Rp	529,337.50			
Off Change Room	LEF-151S	3	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp	224,000.00	Rp	672,000.00			
Crews Change Room	LEF-151S	3	15	50000	2190	22.83105023	22.5	Rp	224,000.00	Rp	672,000.00			
Gymnasium	LEF-151S	4	15	50000	1460	34.24657534	34	Rp	224,000.00	Rp	896,000.00			
E.C.T	LEKN-08WU-B	1	8	25000	365	68.49315068	68	Rp	105,867.50	Rp	105,867.50			
Prov Hand Space	LEF-151S	3	15	50000	8760	5.707762557	5.5	Rp	224,000.00	Rp	672,000.00			
Rev Prov Store	LEF-151S	2	15	50000	8760	5.707762557	5.5	Rp	224,000.00	Rp	448,000.00			
Lobby	LEF-151S	3	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp	224,000.00	Rp	672,000.00			
Fish	LEF-151S	1	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp	224,000.00	Rp	224,000.00			
Meat	LEF-151S	2	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp	224,000.00	Rp	448,000.00			

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Daya (watt)	Lifetime @ Lamp (h)	Hours/day (1 year)	Time to replace (year)	Fix time to replace (year)	Harga Satuan (Rp)				
									1	2	3	4
Veg	LEF-151S	2	15	50000	1825	27.39726027	27	Rp 224,000.00	Rp 448,000.00			
Ace Space	LEKN-08WU-B	1	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 105,867.50			
Oxygen Space	LEKN-08WU-B	1	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 105,867.50			
Pump Room	LEKN-08WU-B	8	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 846,940.00			
Garb. Space	LEKN-08WU-B	2	8	25000	1095	22.83105023	22.5	Rp 105,867.50	Rp 211,735.00			
Gang way 1	LEKH-03WG-P	10	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 320,000.00		Rp 320,000.00	
Stairway	LEKH-03WG-P	3	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 96,000.00		Rp 96,000.00	
Pump Room 2nd deck	LEKN-08WU-B	16	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 1,693,880.00			
Pump Room 3rd deck	LEKN-08WU-B	16	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 1,693,880.00			
Pump Room Turb Dec	LEKN-08WU-B	16	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 1,693,880.00			
Pump Room Floor	LEKN-08WU-B	18	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 1,905,615.00			
Eng Casing upper dk	LEKN-08WU-B	7	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 741,072.50		Rp 741,072.50	
Eng Casing A dk	LEKN-08WU-B	10	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 1,058,675.00		Rp 1,058,675.00	
Funnel	LEKN-08WU-B	9	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 952,807.50		Rp 952,807.50	
Eng Control Rm	LEKN-08WU-B	13	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 1,376,277.50		Rp 1,376,277.50	
Eng & Elect Store	LEKN-08WU-B	19	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 2,011,482.50		Rp 2,011,482.50	
2nd deck	LEKN-08WU-B	58	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 6,140,315.00		Rp 6,140,315.00	
No.1 Aux Blr	LEKN-08WU-B	11	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 1,164,542.50		Rp 1,164,542.50	
No. 2 Aux Blr	LEKN-08WU-B	11	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 1,164,542.50		Rp 1,164,542.50	
Stairway	LEKH-03WG-P	6	3	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 32,000.00	Rp 192,000.00		Rp 192,000.00	
Workshop	LEKN-08WU-B	10	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 1,058,675.00		Rp 1,058,675.00	
3rd deck (port)	LEKN-08WU-B	30	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 3,176,025.00		Rp 3,176,025.00	
3rd deck (stbd)	LEKN-08WU-B	30	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 3,176,025.00		Rp 3,176,025.00	
Steer Gear Room	LEKN-08WU-B	30	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 3,176,025.00			
Emerg Fire Pmp Space	LEKN-08WU-B	3	8	25000	365	68.49315068	68	Rp 105,867.50	Rp 317,602.50			
Floor	LEKN-08WU-B	54	8	25000	8760	2.853881279	2.5	Rp 105,867.50	Rp 5,716,845.00		Rp 5,716,845.00	
								Rp 72,565,175.00	Rp -	Rp 29,017,285.00	Rp -	

Tahun Ke-											
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Rp 320,000.00			Rp 320,000.00			Rp 320,000.00			Rp 320,000.00	
	Rp 96,000.00			Rp 96,000.00			Rp 96,000.00			Rp 96,000.00	
	Rp 741,072.50			Rp 741,072.50			Rp 741,072.50			Rp 741,072.50	
	Rp 1,058,675.00			Rp 1,058,675.00			Rp 1,058,675.00			Rp 1,058,675.00	
	Rp 952,807.50			Rp 952,807.50			Rp 952,807.50			Rp 952,807.50	
	Rp 1,376,277.50			Rp 1,376,277.50			Rp 1,376,277.50			Rp 1,376,277.50	
	Rp 2,011,482.50			Rp 2,011,482.50			Rp 2,011,482.50			Rp 2,011,482.50	
	Rp 6,140,315.00			Rp 6,140,315.00			Rp 6,140,315.00			Rp 6,140,315.00	
	Rp 1,164,542.50			Rp 1,164,542.50			Rp 1,164,542.50			Rp 1,164,542.50	
	Rp 1,164,542.50			Rp 1,164,542.50			Rp 1,164,542.50			Rp 1,164,542.50	
	Rp 192,000.00			Rp 192,000.00			Rp 192,000.00			Rp 192,000.00	
	Rp 1,058,675.00			Rp 1,058,675.00			Rp 1,058,675.00			Rp 1,058,675.00	
	Rp 3,176,025.00			Rp 3,176,025.00			Rp 3,176,025.00			Rp 3,176,025.00	
	Rp 3,176,025.00			Rp 3,176,025.00			Rp 3,176,025.00			Rp 3,176,025.00	
	Rp 5,716,845.00			Rp 5,716,845.00			Rp 5,716,845.00			Rp 5,716,845.00	
Rp -	Rp 32,473,285.00	Rp -	Rp -	Rp 29,017,285.00	Rp 211,735.00	Rp 672,000.00	Rp 32,473,285.00	Rp -	Rp 3,584,000.00	Rp 30,585,285.00	

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
							Rp 211,735.00		
		Rp 320,000.00			Rp 320,000.00			Rp 320,000.00	
		Rp 96,000.00			Rp 96,000.00			Rp 96,000.00	
		Rp 741,072.50			Rp 741,072.50			Rp 741,072.50	
		Rp 1,058,675.00			Rp 1,058,675.00			Rp 1,058,675.00	
		Rp 952,807.50			Rp 952,807.50			Rp 952,807.50	
		Rp 1,376,277.50			Rp 1,376,277.50			Rp 1,376,277.50	
		Rp 2,011,482.50			Rp 2,011,482.50			Rp 2,011,482.50	
		Rp 6,140,315.00			Rp 6,140,315.00			Rp 6,140,315.00	
		Rp 1,164,542.50			Rp 1,164,542.50			Rp 1,164,542.50	
		Rp 1,164,542.50			Rp 1,164,542.50			Rp 1,164,542.50	
		Rp 192,000.00			Rp 192,000.00			Rp 192,000.00	
		Rp 1,058,675.00			Rp 1,058,675.00			Rp 1,058,675.00	
		Rp 3,176,025.00			Rp 3,176,025.00			Rp 3,176,025.00	
		Rp 3,176,025.00			Rp 3,176,025.00			Rp 3,176,025.00	
		Rp 5,716,845.00			Rp 5,716,845.00			Rp 5,716,845.00	
Rp -	Rp 3,310,940.00	Rp 32,473,285.00	Rp -	Rp 435,735.00	Rp 29,017,285.00	Rp 672,000.00	Rp 2,333,602.50	Rp 32,473,285.00	

Lampiran Perhitungan Initial Cost

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Panel Surya

Tipe	Daya Output (wp)	Unit	Harga per unit (Rp)	Harga total
SunPower E20-435-COM	435	407	Rp 5,740,906.00	Rp 2,336,548,742.00

Solar Charge Controller

Tipe	Vin / Vout / Imax	Unit	Harga per unit (Rp)	Harga total
Blue solar 150/100	12/24vdc / 145v / 100A	25	Rp 11,203,518.00	Rp 280,087,950.00

Baterai

Tipe	A / V	Unit	Harga per unit (Rp)	Harga total
TR 12V 500AH	500Ah / 12V	295	Rp 2,533,785.00	Rp 747,466,575.00

Inverter

Tipe	Daya Output (w)	Unit	Harga per unit (Rp)	Harga total
pwr18k22050	10000	3	Rp 1,362,250.00	Rp 4,086,750.00

Lampu

Tipe	Harga total
LED	Rp 72,565,175.00

Biaya Instalasi

	Biaya Komponen	Harga total
Instalasi(15% biaya komponen sistem)	Rp 3,440,755,192.00	Rp 516,113,278.80

Panel Surya	Rp 2,336,548,742.00
Solar Charge Controller	Rp 280,087,950.00
Baterai	Rp 747,466,575.00
Lampu LED	Rp 72,565,175.00
Inverter	Rp 4,086,750.00
Biaya Instalasi	Rp 516,113,278.80
Total Initial Cost sistem	Rp 3,956,868,470.80

Lampiran Perhitungan Operational Cost Sistem Konvensional

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

	1	2
Cashflow negatif (Lampu FL replacement)	Rp 148,967,209.06	
Biaya Bahan Bakar genset	Rp 6,172,903,117	Rp6,296,361,179
CASH FLOW	Rp 6,321,870,325.70	Rp 6,296,361,178.97
	Rp 6,321,870,325.70	Rp 6,296,361,178.97
	Rp 6,321,870,325.70	Rp 12,618,231,504.67

3		4		5		6		7	
Rp	171,312,290.42			Rp	171,312,290.42			Rp	171,312,290.42
	Rp6,422,288,403		Rp6,550,734,171		Rp6,681,748,854		Rp6,815,383,831		Rp6,951,691,508
Rp	6,593,600,692.97	Rp	6,550,734,170.60	Rp	6,853,061,144.43	Rp	6,815,383,831.09	Rp	7,123,003,798.13
Rp	6,593,600,692.97	Rp	6,550,734,170.60	Rp	6,853,061,144.43	Rp	6,815,383,831.09	Rp	7,123,003,798.13
Rp	19,211,832,197.63	Rp	25,762,566,368.24	Rp	32,615,627,512.67	Rp	39,431,011,343.76	Rp	46,554,015,141.89

8	9	10	11	12
	Rp 171,312,290.42		Rp 171,312,290.42	
Rp7,090,725,338	Rp7,232,539,845	Rp7,377,190,642	Rp7,524,734,454	Rp7,675,229,143
Rp 7,090,725,337.87	Rp 7,403,852,135.04	Rp 7,377,190,641.52	Rp 7,696,046,744.77	Rp 7,675,229,143.44
Rp 7,090,725,337.87	Rp 7,403,852,135.04	Rp 7,377,190,641.52	Rp 7,696,046,744.77	Rp 7,675,229,143.44
Rp 53,644,740,479.76	Rp 61,048,592,614.81	Rp 68,425,783,256.32	Rp 76,121,830,001.09	Rp 83,797,059,144.53

Tahun Ke-

13	14	15	16	17
Rp 171,312,290.42		Rp 171,312,290.42		Rp 171,312,290.42
Rp7,828,733,726	Rp7,985,308,401	Rp8,145,014,569	Rp8,307,914,860	Rp8,474,073,157
Rp 8,000,046,016.72	Rp 7,985,308,400.83	Rp 8,316,326,859.27	Rp 8,307,914,860.22	Rp 8,645,385,447.85
Rp 8,000,046,016.72	Rp 7,985,308,400.83	Rp 8,316,326,859.27	Rp 8,307,914,860.22	Rp 8,645,385,447.85
Rp 91,797,105,161.25	Rp 99,782,413,562.08	Rp 108,098,740,421.35	Rp 116,406,655,281.57	Rp 125,052,040,729.42

18	19	20	21	22
	Rp 171,312,290.42		Rp 171,312,290.42	
Rp8,643,554,621	Rp8,816,425,713	Rp8,992,754,227	Rp9,172,609,312	Rp9,356,061,498
Rp 8,643,554,620.58	Rp 8,987,738,003.41	Rp 8,992,754,227.25	Rp 9,343,921,602.21	Rp 9,356,061,498.03
Rp 8,643,554,620.58	Rp 8,987,738,003.41	Rp 8,992,754,227.25	Rp 9,343,921,602.21	Rp 9,356,061,498.03
Rp 133,695,595,350.00	Rp 142,683,333,353.40	Rp 151,676,087,580.65	Rp 161,020,009,182.87	Rp 170,376,070,680.89

23		24		25	
Rp	171,312,290.42			Rp	171,312,290.42
	Rp9,543,182,728		Rp9,734,046,383		Rp9,928,727,310
Rp	9,714,495,018.41	Rp	9,734,046,382.55	Rp	10,100,039,600.62
Rp	9,714,495,018.41	Rp	9,734,046,382.55	Rp	10,100,039,600.62
Rp	180,090,565,699.30	Rp	189,824,612,081.85	Rp	199,924,651,682.47

Lampiran Perhitungan Biaya Bahan Bakar

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Kebutuhan daya penerangan sistem hybrid	=	90.8	kwh
Kebutuhan daya penerangan sistem konvensional	=	952.6557377	kwh
Rasio Penurunan daya FL menjadi LED	=	10 1/2	
Selisih kebutuhan daya penerangan hybrid dan konvensional per hari	=	861.8557377	kwh
Kebutuhan daya lighting + peralatan	=	1428.555738	
Power Generator	=	680	kw
SFOC	=	204.75	g/kwh
Endurance	=	5	hari
	=	120	Jam
Harga HFO (per 29 april 2016)	=	427.22	USD / MT
(www.bunkerindex.com)	=	420.4727127	USD / Ton
Kurs USD to IDR (per 17 mei 2016)	=	Rp	13,333.00 / USD
Sehingga,			
Penghematan Bahan Bakar Generator	=	SFOC x Daya	
	=	204,75 g/kwh x 861,855 kwh	
	=	292496.7873	gr
	=	0.292496787	ton
	=	\$	122.99 /hari
	=	Rp	1,639,784.57 /hari
	=	Rp	598,521,369.00 /tahun
	=	Rp	14,963,034,224.93 /25 tahun

daya genset sebelum hybrid per hari=	19022.40	kwh
SFC genset sebelum hybrid per hari=	4267800	gr
penghematan SFC genset setelah hybrid per hari=	659640.00	gr
SFC genset sebelum hybrid per tahun=	1101.09	ton/tahun
penghematan SFC genset setelah hybrid per tahun=	240.77	ton/tahun
SFC genset setelah hybrid per tahun=	930.91	ton/tahun

biaya bahan bakar genset sebelum hybrid (konvensional)=	Rp 6,172,903,116.64	/tahun
penghematan bahan bakar genset=	Rp 1,349,787,938.94	/tahun
biaya bahan bakar genset setelah hybrid=	Rp 5,218,806,436.51	/tahun

Performance curve genset

$$cl = c \times P \times 1/\rho \text{ (m}^3/\text{hr)}$$

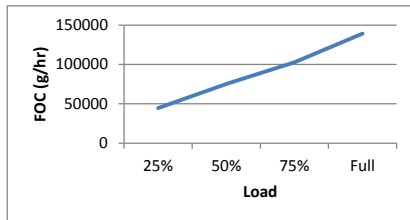
c = spesific consumption (kg/kwh)

P = power (kw)

$$cl = (\text{m}^3/\text{h}) \times 1000$$

$$= (\text{l/hr})$$

Fuel Consumption				
Load (KW)	25%	50%	75%	Full
	170	340	510	680
FOC (l/hr)	44.21287128	74.4257426	101.638614	137.8514851
FOC (g/hr)	44654.99999	75170	102655	139230



KONSUMSI BAHAN BAKAR GENSET SISTEM KONVENSIONAL

Load genset			
genset 1	75%	2463720	gr/hari
genset 2	50%	1804080	gr/hari
	TOTAL	4267800	gr/hari
		4.2678	ton/hari
		1101.0924	ton/tahun

BAKAR GENSET SISTEM HYBRID

Skenario 1

Hybrid (PV & 1 Genset)			
Load genset			
genset 1	100%	3341520	gr/hari
	TOTAL	3341520	gr/hari
		3.34152	ton/hari
		862.11216	ton/tahun

BAKAR GENSET SISTEM HYBRID

Skenario 2

Hybrid (PV & 2 Genset)			
Load genset			
genset 1	50%	1804080	gr/hari
genset 2	50%	1804080	gr/hari
	TOTAL	3608160	gr/hari
		3.60816	ton/hari
		930.90528	ton/tahun

Skenario 3

Hybrid (PV & 2 Genset)			
Load genset			
genset 1	75%	2463720	gr/hari
genset 2	25%	1071720	gr/hari
	TOTAL	3535440	gr/hari
		3.53544	ton/hari
		912.14352	ton/tahun

Lampiran Perhitungan Operational Cost Sistem Hybrid

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Ruangan	Jenis Beban	Jumlah	Fix time to replace (year)	Harga Satuan (Rp)		
					1	2
Panel Surya	SunPower E20-435-COM	407	25	Rp 5,740,906.00	Rp 2,336,548,742.00	
Charger Controller	Blue solar 150/100	25	15	Rp 11,203,518.00	Rp 280,087,950.00	
Baterai	TR 12V 500AH	295	8.5	Rp 2,533,785.00	Rp 747,466,575.00	
Inverter	pwri8k22050	3	15	Rp 1,362,250.00	Rp 4,086,750.00	
Biaya Instalasi					Rp 516,113,278.80	
small total					Rp 3,884,303,295.80	Rp -
Lampu LED					Rp 72,565,175.00	Rp -
cashflow negatif					Rp 3,956,868,470.80	Rp -
Biaya Bahan Bakar (25 tahun)					Rp 5,218,806,436.51	Rp 5,323,182,565.24
TOTAL CASH FLOW					Rp 9,175,674,907.31	Rp 5,323,182,565.24
					Rp 9,175,674,907.31	Rp 14,498,857,472.55

3	4	5	6	7
Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -
Rp 29,017,285.00	Rp -	Rp -	Rp 32,473,285.00	Rp -
Rp 29,017,285.00	Rp -	Rp -	Rp 32,473,285.00	Rp -
Rp 5,429,646,216.54	Rp 5,538,239,140.88	Rp 5,649,003,923.69	Rp 5,761,984,002.17	Rp 5,877,223,682.21
Rp 5,458,663,501.54	Rp 5,538,239,140.88	Rp 5,649,003,923.69	Rp 5,794,457,287.17	Rp 5,877,223,682.21
Rp 19,957,520,974.10	Rp 25,495,760,114.97	Rp 31,144,764,038.66	Rp 36,939,221,325.83	Rp 42,816,445,008.04

8	9	10	11	12	
	Rp 859,586,561.25				
Rp -	Rp 859,586,561.25	Rp -	Rp -	Rp -	
Rp -	Rp 29,017,285.00	Rp 211,735.00	Rp 672,000.00	Rp 32,473,285.00	
Rp -	Rp 888,603,846.25	Rp 211,735.00	Rp 672,000.00	Rp 32,473,285.00	
Rp 5,994,768,155.85	Rp 6,114,663,518.97	Rp 6,236,956,789.35	Rp 6,361,695,925.14	Rp 6,488,929,843.64	
Rp 5,994,768,155.85	Rp 7,003,267,365.22	Rp 6,237,168,524.35	Rp 6,362,367,925.14	Rp 6,521,403,128.64	
Rp 48,811,213,163.90	Rp 55,814,480,529.12	Rp 62,051,649,053.47	Rp 68,414,016,978.61	Rp 74,935,420,107.25	

Tahun Ke-				
13	14	15	16	17
			Rp 322,101,142.50	
			Rp 4,699,762.50	
Rp -	Rp -	Rp -	Rp 326,800,905.00	Rp -
Rp -	Rp 3,584,000.00	Rp 30,585,285.00	Rp -	Rp 3,310,940.00
Rp -	Rp 3,584,000.00	Rp 30,585,285.00	Rp 326,800,905.00	Rp 3,310,940.00
Rp 6,618,708,440.51	Rp 6,751,082,609.32	Rp 6,886,104,261.51	Rp 7,023,826,346.74	Rp 7,164,302,873.68
Rp 6,618,708,440.51	Rp 6,754,666,609.32	Rp 6,916,689,546.51	Rp 7,350,627,251.74	Rp 7,167,613,813.68
Rp 81,554,128,547.76	Rp 88,308,795,157.09	Rp 95,225,484,703.60	Rp 102,576,111,955.34	Rp 109,743,725,769.02

18	19	20	21	22
Rp 859,586,561.25				
Rp 859,586,561.25	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -
Rp 32,473,285.00	Rp -	Rp 435,735.00	Rp 29,017,285.00	Rp 672,000.00
Rp 892,059,846.25	Rp -	Rp 435,735.00	Rp 29,017,285.00	Rp 672,000.00
Rp 7,307,588,931.15	Rp 7,453,740,709.77	Rp 7,602,815,523.97	Rp 7,754,871,834.45	Rp 7,909,969,271.14
Rp 8,199,648,777.40	Rp 7,453,740,709.77	Rp 7,603,251,258.97	Rp 7,783,889,119.45	Rp 7,910,641,271.14
Rp 117,943,374,546.42	Rp 125,397,115,256.19	Rp 133,000,366,515.16	Rp 140,784,255,634.60	Rp 148,694,896,905.74

23	24	25
		Rp 859,586,561.25
Rp -	Rp -	Rp 859,586,561.25
Rp 2,333,602.50	Rp 32,473,285.00	
Rp 2,333,602.50	Rp 32,473,285.00	Rp 859,586,561.25
Rp 8,068,168,656.56	Rp 8,229,532,029.69	Rp 8,394,122,670.28
Rp 8,070,502,259.06	Rp 8,262,005,314.69	Rp 9,253,709,231.53
Rp 156,765,399,164.80	Rp 165,027,404,479.49	Rp 174,281,113,711.02

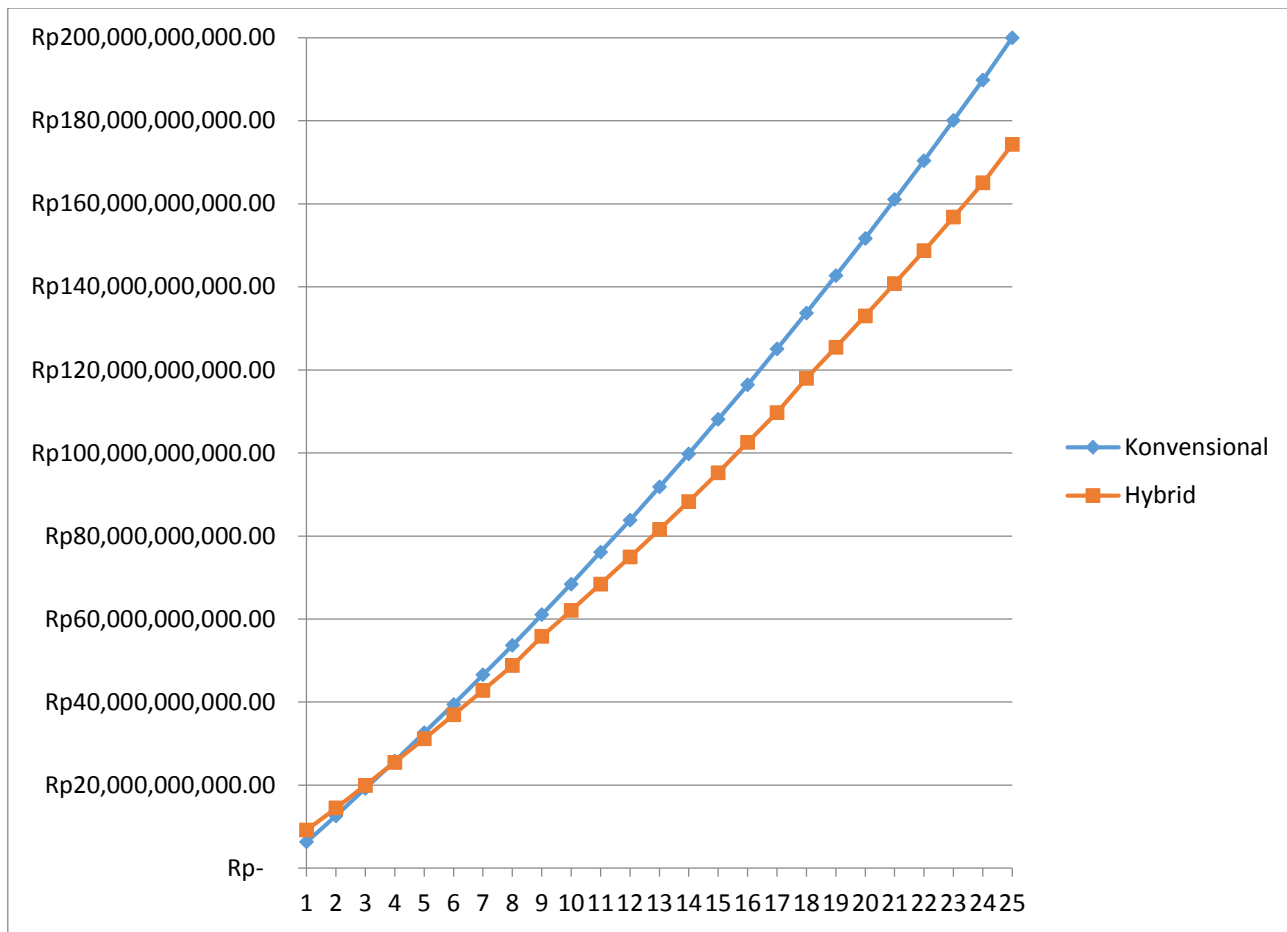
Lampiran BEP Konvensional Vs Hybrid

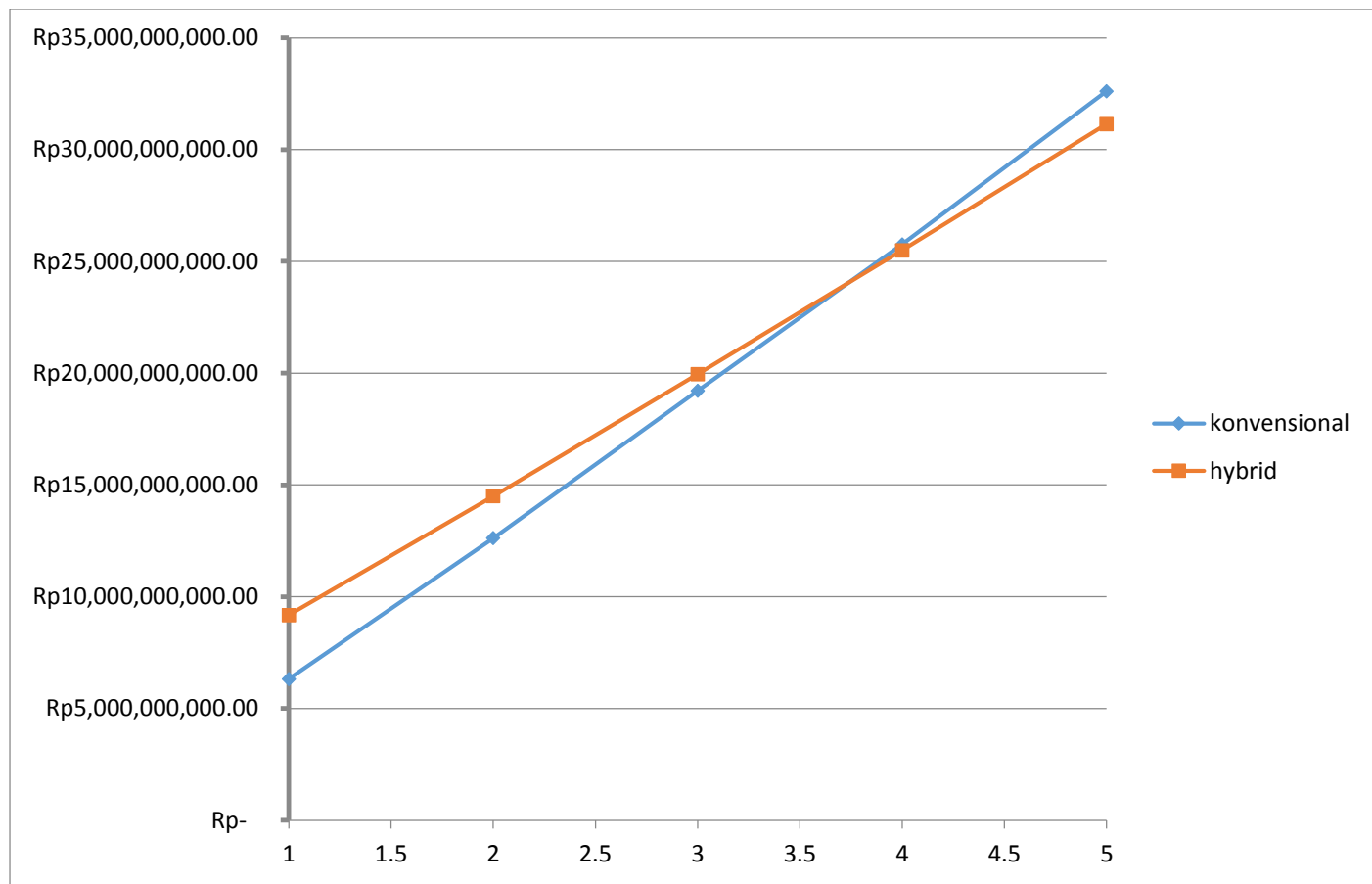
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

cash flow sebelum hybrid(Konvensional)			
1	Rp	6,321,870,325.70	\$ 474,152.13
2	Rp	12,618,231,504.67	\$ 946,391.02
3	Rp	19,211,832,197.63	\$ 1,440,923.44
4	Rp	25,762,566,368.24	\$ 1,932,240.78
5	Rp	32,615,627,512.67	\$ 2,446,233.22
6	Rp	39,431,011,343.76	\$ 2,957,399.79
7	Rp	46,554,015,141.89	\$ 3,491,638.43
8	Rp	53,644,740,479.76	\$ 4,023,456.12
9	Rp	61,048,592,614.81	\$ 4,578,758.92
10	Rp	68,425,783,256.32	\$ 5,132,062.05
11	Rp	76,121,830,001.09	\$ 5,709,279.98
12	Rp	83,797,059,144.53	\$ 6,284,936.56
13	Rp	91,797,105,161.25	\$ 6,884,955.01
14	Rp	99,782,413,562.08	\$ 7,483,868.11
15	Rp	108,098,740,421.35	\$ 8,107,608.22
16	Rp	116,406,655,281.57	\$ 8,730,717.41
17	Rp	125,052,040,729.42	\$ 9,379,137.53
18	Rp	133,695,595,350.00	\$ 10,027,420.34
19	Rp	142,683,333,353.40	\$ 10,701,517.54
20	Rp	151,676,087,580.65	\$ 11,375,990.97
21	Rp	161,020,009,182.87	\$ 12,076,802.61
22	Rp	170,376,070,680.89	\$ 12,778,524.76
23	Rp	180,090,565,699.30	\$ 13,507,130.11
24	Rp	189,824,612,081.85	\$ 14,237,201.84
25	Rp	199,924,651,682.47	\$ 14,994,723.74

cash flow setelah hybrid			
1	Rp	9,175,674,907.31	\$ 688,192.82
2	Rp	14,498,857,472.55	\$ 1,087,441.50
3	Rp	19,957,520,974.10	\$ 1,496,851.49
4	Rp	25,495,760,114.97	\$ 1,912,229.81
5	Rp	31,144,764,038.66	\$ 2,335,915.70
6	Rp	36,939,221,325.83	\$ 2,770,510.86
7	Rp	42,816,445,008.04	\$ 3,211,313.66
8	Rp	48,811,213,163.90	\$ 3,660,932.51
9	Rp	55,814,480,529.12	\$ 4,186,190.69
10	Rp	62,051,649,053.47	\$ 4,653,990.03
11	Rp	68,414,016,978.61	\$ 5,131,179.55
12	Rp	74,935,420,107.25	\$ 5,620,297.02
13	Rp	81,554,128,547.76	\$ 6,116,712.56
14	Rp	88,308,795,157.09	\$ 6,623,325.22
15	Rp	95,225,484,703.60	\$ 7,142,089.91
16	Rp	102,576,111,955.34	\$ 7,693,400.73
17	Rp	109,743,725,769.02	\$ 8,230,985.21
18	Rp	117,943,374,546.42	\$ 8,845,974.24
19	Rp	125,397,115,256.19	\$ 9,405,018.77
20	Rp	133,000,366,515.16	\$ 9,975,276.87
21	Rp	140,784,255,634.60	\$ 10,559,083.15
22	Rp	148,694,896,905.74	\$ 11,152,396.08
23	Rp	156,765,399,164.80	\$ 11,757,698.88
24	Rp	165,027,404,479.49	\$ 12,377,364.77
25	Rp	174,281,113,711.02	\$ 13,071,410.31

3.69	TAHUN
Rp 23,980,000,000.00	
\$ 1,803,007.52	





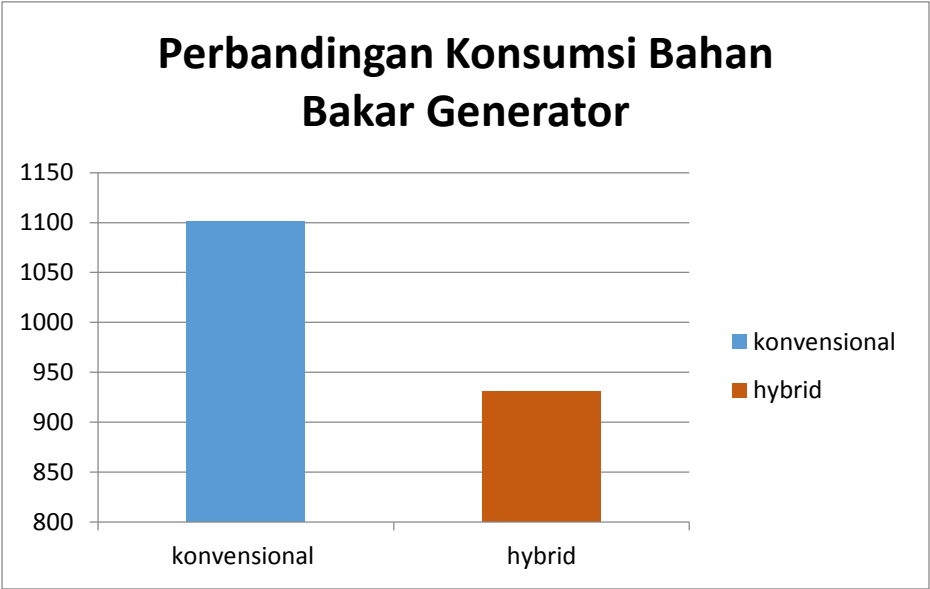
Lampiran Perhitungan Penghematan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

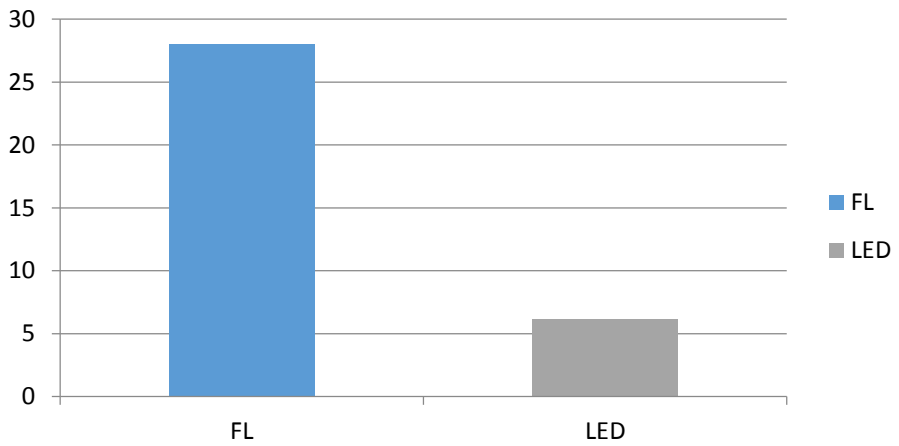
Konsumsi Bahan Bakar Generator			
Tahun ke-	konvensional(ton)	hybrid(ton)	Penghematan (%)
1	1101.0924	930.9052797	15.5%

Daya generator			
no	konvensional	hybrid	Penghematan
	(kw)	(kw)	(%)
1	792.60000	679.4	14.28%

Jenis Lampu			
no	FL	LED	Penghematan
	(kw)	(kw)	(%)
1	28	6.13	78%



Perbandingan Daya Lampu FL vs LED



Lampiran Spesifikasi Lampu LED & Peralatan Sistem Hybrid

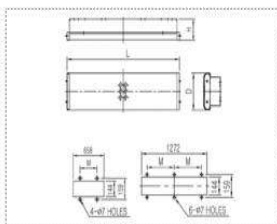
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEF 151N

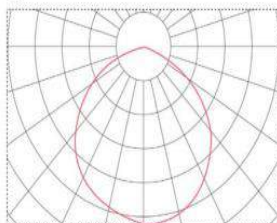
LEF-N LED CEILING LIGHT, FLUSH



Technical Drawing



Light Distribution Curve



Application

Accommodation areas, passage ways

Design

According to rules of maritime classification societies, additional IEC

Features

Protection degree: IP20

Materials

Housing: Electrolytic galvanized iron steel sheet deep drawn
Diffuser: Opal acrylic; others on request

Finish

Powder coated white N-9.3
and enameled up to 70~80µm thickness

Specification

Light sources: 7.2W LED module x 2 [-8]
CCT: 2,700~6,500K
CRI: 75 or higher
Power factor: 0.9 or higher
THD: Under 3%
EMC Compliance
Life time: 50,000 hrs
Cable entry: 6 snap bushing
(Max. diameter 18mm cable)
Mounting: Recessed in ceiling
Voltage and frequency: AC100~220V, 50/60Hz

Optional

Remote control system
Dimming control system
2 channel color selection

Model no. and Dimensions

Model no.	Wattage	L	D	H	M	Weight (kg)	Substitution for
		(mm)					
LEF-151N	14.4W	684	181	102	480	4.21	FL 20W x 1

LED CEILING LIGHT, FLUSH / LEF-N

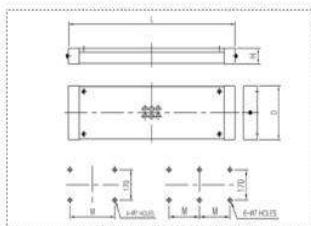
LES 151N



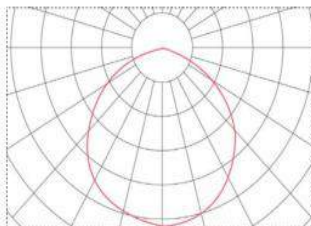
LES-N LED CEILING LIGHT, SURFACE



Technical Drawing



Light Distribution Curve



Application

Accommodation areas, passage ways

Design

According to rules of maritime classification societies, additional IEC

Features

Protection degree: IP20

Materials

Housing: Electrolytic galvanized iron steel sheet deep drawn

Diffuser: Opal acrylic, others on request

Finish

Powder coated white N-9.3

and enameled up to 70-80µm thickness

Specification

Light sources: 7.2W LED module x 2 (-8)

CCT: 2,700-6,500K

CRt: 75 or higher

Power factor: 0.9 or higher

THD: Under 3%

EMC Compliance

Life time: 50,000 hrs

Cable entry: Cable inlet hole (50mm x 80mm)

Mounting: 4 mounting holes, dia. 7mm

Voltage and frequency: AC100-220V, 50/60Hz

Optional

Remote control system

Dimming control system

2 channel color selection

Model no. and Dimensions

Model no.	Wattage	L	D	H	M	Weight (kg)	Substitution for
		(mm)					
LES-151N	14.4W	782	216	63	620	3.90	FL 20W x I

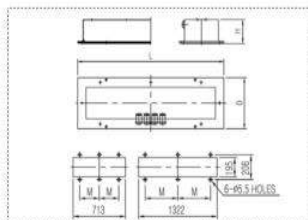
LEF 151S



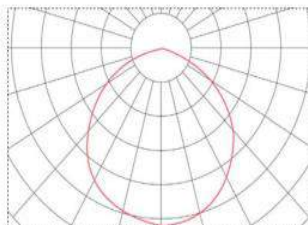
LEF-S LED CEILING LIGHT, FLUSH



Technical Drawing



Light Distribution Curve



Application

Galley, laundry, pantry and scullery

Design

According to rules of maritime classification societies, additional IEC

Features

Protection degree; IP44

Materials

Housing: Electrolytic galvanized iron steel sheet
deep drawn
Diffuser: Opal acrylic, others on request

Finish

Powder coated white N-9.3
and enameled up to 70-80µm thickness

Specification

Light sources: 7.2W LED module x 2 [-8]
CCT: 2,700-6,500K
CRI: 75 or higher
Power factor: 0.9 or higher
THD: Under 3%
EMC Compliance
Life time: 50,000 hrs
Cable entry: 4 cable glands PG16
(Max. diameter 14mm cable)
Mounting: Recessed in ceiling
Voltage and frequency: AC100-220V, 50/60Hz

Optional

Remote control system
Dimming control system
2 channel color selection

Model no. and Dimensions

Model no.	Wattage	L	D	H	M	Weight (kg)	Substitution for
		(mm)					
LFF-151S	14.4W	677	275	110.8	636	7.6	FL 20W x 1

MINOR 568

karl-dose.com/Minor



Minor LED

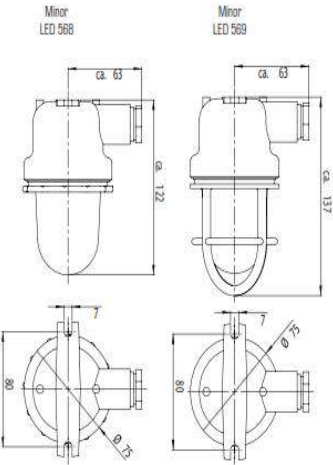
568 LED
569 LED

Small Standard Lights with LED Technology



Technical Data

Name & No.	Diagram	Wattage	kg	Description
Minor LED 568	O-	4,4W	0,63	<ul style="list-style-type: none"> • IP 56 • brass casing, cylindrical glass sandblasted inside • cable gland: M24 x 1,5 • 1 High Voltage/Mid Power LED module • light colour: 6800K (cool white) • up to 50.000 hrs. (manufacturer's data) depends on operating temperature • beam angle: approx. 120° • ambient temperature: -40°C to max. +45°C • 230V AC 50/60 Hz, 115 V on request • luminous flux: approx. 400 lm (comparison: bulb 25W approx. 220 lm) • light intensity: approx. 60 lx • no power supply necessary, optimized thermal management • durability up to 50.000 hours (manufacturer's data)
Minor LED 568/2	O=		0,70	
Minor LED 568/D	-O-		0,70	
Minor LED 569	O-	4,4W	0,77	
Minor LED 569/2	O=		0,84	<ul style="list-style-type: none"> • as above • with brass guard
Minor LED 569/D	-O-		0,84	
Minor LED Kit		4,4W	0,22	<ul style="list-style-type: none"> • change kit from Minor 568 / 569 to Minor LED 568 / 569: exchange in used lights without changing possible • consisting of: 1 High Voltage/Mid Power LED-Modul, structured globe and mounting material



Spare Parts

No.	kg	Description
398	0,11	cylindrical glass sandblasted inside 64 x 73 mm
435	0,20	brass guard M70 x 2 mm

LEKN 08WUB



LEKN-B

LED BULKHEAD LIGHT, 4HOLE IP56

Engine room, workshop, stores, holds, outside passage ways

Body : Cast brass Guard : Cast brass

Globe : Clear hard glass (S90)

LED : 3~8W Bulb type

Cable entry : Flange seat (50A pipe)

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEKN-03WG-B	3W	153	105	233	1.66	Incand. bulb 20w
LEKN-05WG-B	5W	153	105	233	1.66	Incand. bulb 40w
LEKN-08WG-B	8W	153	105	233	1.66	Incand. bulb 60w

• Optional : with Stainless steel Screen (LEKN-"WU-B)

LEKH 03 WG P



LEKH-P

LED BULKHEAD LIGHT, 4HOLE IP56

Engine room, workshop, stores, cargo hold, outside passage ways

Body : PBT (Poly Butylene Terephthalate) Guard : Cast brass or clear PC

Globe : Clear hard glass (S90)

LED : 3~8W Bulb type

Cable entry : Flange seat (50A pipe)

Model no.	Capacity	L(mm)	W(mm)	H(mm)	Weight(kg)	Remarks
LEKH-03WG-P	3W	155	144	267	1.24	E26/27
LEKH-05WG-P	5W	155	144	267	1.24	E26/27
LEKH-08WG-P	8W	155	144	267	1.24	E26/27

• Optional : with Stainless steel Screen (LEKH-"WU-P)

Diesel Generator Set

YANMAR 6EY18 (A)

750 kW, 938 kVA Standby
680 kW, 850 kVA Prime

Generator Set

The general specifications provide representative configuration details. Consult the outline drawing for installation design.

Specifications – General

See outline drawing 500-3134 for installation design specifications.

Unit Width, in (mm)	68.6 (1743)
Unit Height, in (mm)	91.7 (2328)
Unit Length, in (mm)	167.7 (4260)
Unit Dry Weight, lb (kg)	16922 (7676)
Unit Wet Weight, lb (kg)	17578 (7973)
Rated Speed, rpm	1800
Voltage Regulation, No Load to Full Load	±0.5%
Random Voltage Variation	±0.5%
Frequency Regulation	Isochronous
Random Frequency Variation	±0.25%
Radio Frequency Interference	IEC 801.2, Level 4 Electrostatic Discharge IEC 801.3, Level 3 Radiated Susceptibility IEC 801.4, Level 4 Electrical Fast Transients IEC 801.5, Level 5 Voltage Surge Immunity MIL STD 461C, Part 9 Radiated Emissions (EMI)

Cooling	Standby	Prime
Fan Load, HP (kW)	42.7 (31.9)	42.7 (31.9)
Coolant Capacity with radiator, US Gal (L)	53.0 (200.6)	53.0 (200.6)
Coolant Flow Rate, Gal/min (L/min)	235.0 (889.5)	235.0 (889.5)
Heat Rejection To Coolant, Btu/min (MJ/min)	27860.0 (29.5)	24525.0 (26.0)
Heat Radiated To Room, Btu/min (MJ/min)	9590.0 (10.2)	8740.0 (9.3)
Maximum Coolant Friction Head, psi (kPa)	10.0 (68.9)	10.0 (68.9)
Maximum Coolant Static Head, ft (m)	46.0 (14.0)	46.0 (14.0)

Air		
Combustion Air, scfm (m ³ /min)	2325.0 (65.8)	2165.0 (61.3)
Alternator Cooling Air, scfm (m ³ /min)	4156.0 (117.6)	4156.0 (117.6)
Radiator Cooling Air, scfm (m ³ /min)	34000.0 (962.2)	34000.0 (962.2)
Max. Static Restriction, in H ₂ O (Pa)	0.50 (124.50)	0.50 (124.50)

Rating Definitions

Standby Rating based on: Applicable for supplying emergency power for the duration of normal power interruption. No sustained overload capability is available for this rating. (Equivalent to Fuel Stop Power in accordance with ISO3046, AS2789, DIN6271 and BS5514). Nominally rated.

Prime (Unlimited Running Time) Rating based on: Applicable for supplying power in lieu of commercially purchased power. Prime power is the maximum power available at a variable load for an unlimited number of hours. A 10% overload capability is available for limited time. (Equivalent to Prime Power in accordance with ISO8528 and Overload Power in accordance with ISO3046, AS2789, DIN6271, and BS5514). This rating is not applicable to all generator set models.

Base Load (Continuous) Rating based on: Applicable for supplying power continuously to a constant load up to the full output rating for unlimited hours. No sustained overload capability is available for this rating. Consult authorized distributor for rating. (Equivalent to Continuous Power in accordance with ISO8528, ISO3046, AS2789, DIN6271, and BS5514). This rating is not applicable to all generator set models.

Site Derating Factors

Rated power available up to 5000 ft (1524 m) at ambient temperature up to 95°F (35°C). Above 5000 ft (1524 m), derate at 4% per 1000 ft (305 m) and 1% per 10°F (2% per 11°C) above 95°F (35°C).

Engine

Cummins heavy duty diesel engines use advanced combustion technology for reliable and stable power, low emissions, and fast response to sudden load changes.

Electronic governing provides precise speed regulation, especially useful for applications requiring constant (isochronous) frequency regulation such as Uninterruptible Power Supply (UPS) systems, non-linear loads, or sensitive electronic loads. Optional coolant heaters are recommended for all emergency standby installations or for any application requiring fast load acceptance after start-up.

Specifications

Base Engine	Yanmar 6EY 18 A
Displacement in³ (L)	1860.0 (30.5)
Overspeed Limit, rpm	2100 ±50
Regenerative Power, kW	110.00
Cylinder Block Configuration	Cast iron, 50°V 12 cylinder
Battery Capacity	1280 amps minimum at ambient temperature of 32°F (0°C)
Battery Charging Alternator	35 amps
Starting Voltage	24-volt, negative ground
Lube Oil Filter Types	Four spin-on, full flow; two bypass oil filters
Standard Cooling System	104 ° F (40 ° C) ambient radiator, standard

Power Output						Standby		Prime	
Gross Engine Power Output, bhp (kW/m)						1135.0 (846.7)		1030.0 (768.4)	
BMEP at Rated Load, psi (kPa)						269.0 (1854.7)		244.0 (1682.3)	
Bore, in. (mm)						5.51 (140.0)		5.51 (140.0)	
Stroke, in. (mm)						6.50 (165.1)		6.50 (165.1)	
Piston Speed, ft/min (m/s)						1949.0 (9.9)		1949.0 (9.9)	
Compression Ratio						14.0:1		14.0:1	
Lube Oil Capacity, qt. (L)						140.0 (132.5)		140.0 (132.5)	
Fuel Flow									
Fuel Flow at Rated Load, US Gal/hr (L/hr)						99.0 (374.7)		99.0 (374.7)	
Maximum Inlet Restriction, in. Hg (mm Hg)						4.0 (101.6)		4.0 (101.6)	
Maximum Return Restriction, in. Hg (mm Hg)						10.0 (254.0)		10.0 (254.0)	
Air Cleaner									
Maximum Air Cleaner Restriction, in. H ₂ O (kPa)						25.0 (6.2)		25.0 (6.2)	
Exhaust									
Exhaust Flow at Rated Load, cfm (m ³ /min)						6160.0 (174.3)		5546.0 (157.0)	
Exhaust Temperature, °F (°C)						895.0 (479.4)		850.0 (454.4)	
Max Back Pressure, in. H ₂ O (kPa)						41.0 (10.2)		41.0 (10.2)	
Fuel System			Direct injection, number 2 diesel fuel; fuel filter; automatic electric fuel shutoff						
Fuel Consumption			Standby				Prime		
60 Hz Ratings, kW (kVA)			750 (938)				680 (850)		
	Load	1/4	1/2	3/4	Full	1/4	1/2	3/4	Full
	L/hr	76.0	86.2	110.5	144.7	44.2	74.4	101.6	137.8

Alternator

Several alternators are available for application flexibility based on the required motor-starting kVA and other requirements. Larger alternator sizes have lower temperature rise for longer life of the alternator insulation system. In addition, larger alternator sizes can provide a cost-effective use of engine power in across-the-line motor-starting applications and can be used to minimize voltage waveform distortion caused by non-linear loads.

Single-bearing alternators couple directly to the engine flywheel with flexible discs for drivetrain reliability and durability. No gear reducers or speed changers are used. Two-thirds pitch windings eliminate third-order harmonic content of the AC voltage waveform and provide the standardization desired for paralleling of generator sets. The standard excitation system is a PMG excited system.

Alternator Application Notes

Separately Excited Permanent Magnet Generator (PMG) System - This standard system uses an integral PMG to supply power to the voltage regulator. A PMG system generally has better motor-starting performance, lower voltage dip upon load application, and better immunity from problems with harmonics in the main alternator output induced by non-linear loads. This system provides improved performance over self-excited regulators in applications that have large transient loads, sensitive electronic loads (especially UPS applications), harmonic content, or that require sustained short-circuit current (sustained 3-phase short circuit current at approximately 3 times rated for 10 seconds).

Alternator Sizes - On any given model, various alternator sizes are available to meet individual application needs. Alternator sizes are differentiated by maximum winding temperature rise, at the generator set standby or prime rating, when operated in a 40°C ambient environment. Available temperature rises range from 80°C to 150°C. Not all temperature rise selections are available on all models. Lower temperature rise is accomplished using larger alternators at lower current density. Lower temperature rise alternators have higher motor-starting kVA, lower voltage dip upon load application, and they are generally recommended to limit voltage distortion and heating due to harmonics induced by non-linear loads.

Alternator Space Heater - is recommended to inhibit condensation.

Available Output Voltages

Three Phase Reconnectable

[] 120/208
[] 139/240
[] 220/380
[] 230/400
[] 240/416
[] 277/480
[] 347/600

Three Phase Non-Reconnectable

[] 220/380
[] 230/400
[] 240/416
[] 277/480
[] 347/600

Specifications – Alternator

Design	Brushless, 4 pole, drip proof revolving field
Stator	2/3 pitch
Rotor	Direct coupled by flexible disc
Insulation System	Class H per NEMA MG1-1.65
Standard Temperature Rise	125°C Standby
Exciter Type	Permanent Magnet Generator (PMG)
Phase Rotation	A (U), B (V), C (W)
Alternator Cooling	Direct drive centrifugal blower
AC Waveform Total Harmonic Distortion	<5% total no load to full linear load <3% for any single harmonic
Telephone Influence Factor (TIF)	<50 per NEMA MG1-22.43
Telephone Harmonic Factor (THF)	<3

Three Phase Table ¹		105° C	105° C	125° C	125° C	125° C	125° C	125° C	125° C				
Feature Code		B259	B301	B258	B252	B282	B246	B276	B300				
Alternator Data Sheet Number		311	310	310	310	310	309	309	309				
Voltage Ranges		110/190 Thru 139/240 220/380 Thru 277/480	347/600	110/190 Thru 139/240 220/380 Thru 277/480	120/208 Thru 139/240 240/416 Thru 277/480	220/380 Thru 277/480	277/480	277/480	347/600				
Surge kW		773	779	770	774	770	772	772	772				
Motor Starting kVA (at 90% sustained voltage)	PMG	3866	3313	3313	3313	3313	2944	2944	2944				
Full Load Current - Amps at Standby Rating	<div> <div>120/208</div> <div>139/240</div> <div>220/380</div> <div>230/400</div> <div>240/416</div> <div>277/480</div> <div>347/600</div> </div> <div> <div>2602</div> <div>2255</div> <div>1424</div> <div>1353</div> <div>1301</div> <div>1128</div> <div>902</div> </div>												

Notes:

1. Single Phase Capability: Single phase power can be taken from a three phase generator set at up to 40% of the generator set nameplate kW rating at unity power factor.

Control System



Optional Features Shown

PowerCommand Control with AmpSentry Protection		
<ul style="list-style-type: none">AmpSentry Protection guards the electrical integrity of the alternator and power system from the effects of overcurrent, over/under voltage, under frequency and overload conditions.Control components are designed to withstand the vibration levels typical in generator sets.Integrated automatic voltage regulator and engine speed governor		
Standard Control Description		
<ul style="list-style-type: none">Analog % of current meter (amps)Analog AC frequency meterAnalog AC voltage meterAnalog % of load meter (kW)Cycle cranking controlDigital display panelEmergency stop switchIdle mode controlMenu switchPanel backlightingRemote starting, 24 V, 2 wireReset switchRun-Off-Auto switchSealed front panel, gasketed doorSelf diagnosticsSeparate customer interconnection boxVoltmeter/Ammeter phase selector switch		
Standard Protection Functions		
Warnings <ul style="list-style-type: none">High coolant temperatureHigh DC voltageLow coolant temperatureLow DC voltageLow fuel-day tankLow oil pressureOvercurrentOil pressure sender faultOverload load shed contactsTemperature sender faultUp to four customer fault inputsWeak battery	Shutdowns <ul style="list-style-type: none">Emergency stopFail to crankHigh AC voltageHigh coolant temperatureLow coolant level (option for alarm only)Low AC voltageLow oil pressureMagnetic pickup failureOvercrankOvercurrentOverspeedShort circuitUnderfrequency	Standard Performance Data AC Alternator <ul style="list-style-type: none">Current by phaseKilowattsKilowatt hoursPower factorVoltage line to lineVoltage line to neutral Engine Data <ul style="list-style-type: none">Battery voltageCoolant temperatureEngine running hoursEngine starts counterOil pressureOil temperatureRPM

Generator Set Options

Engine

- ☐ EPA Nonroad Tier I certification
- ☐ Dual 208/240/480 V thermostatically controlled coolant heater for ambient above 40°F (4.5°C)
- ☐ Dual 208/240/480 V thermostatically controlled coolant heater for ambient below 40°F (4.5°C)
- ☐ Fuel/water separator
- ☐ Heavy-duty air cleaner w/service indicator

Cooling System

- ☐ Heat exchanger cooling
- ☐ High ambient 122°F (50°C) radiator
- ☐ Remote radiator cooling

Alternator

- ☐ 80°C rise alternator
- ☐ 105°C rise alternator
- ☐ 120/240 V, 300 W anti-condensation heater

Control Panel

- ☐ 120/240 V, 100 W control anti-condensation space heater
- ☐ Exhaust pyrometer
- ☐ Ground fault indication
- ☐ Paralleling configuration
- ☐ Paralleling upgrade configuration
- ☐ Remote fault signal package
- ☐ Run relay package

Exhaust System

- ☐ Critical grade exhaust silencer
- ☐ Exhaust packages
- ☐ Industrial grade exhaust silencer
- ☐ Residential grade exhaust silencer

Generator Set

- ☐ AC entrance box
- ☐ Batteries
- ☐ Battery charger
- ☐ Export box packaging
- ☐ Main line circuit breaker
- ☐ PowerCommand Network
- ☐ Remote annunciator panel
- ☐ Spring isolators
- ☐ 2-year prime power warranty
- ☐ 2-year standby warranty
- ☐ 5-year basic power warranty
- ☐ 10-year major components warranty

Available Products and Services

A wide range of products and services is available to match your power generation system requirements. Cummins Onan products and services include:

Diesel and Spark-Ignited Generator Sets

Transfer Switches

Bypass Switches

Parallel Load Transfer Equipment

Digital Paralleling Switchgear

PowerCommand Network and Software

Distributor Application Support

Planned Maintenance Agreements

Warranty

All components and subsystems are covered by an express limited one-year warranty. Other optional and extended factory warranties and local distributor maintenance agreements are available. Contact your distributor/dealer for more information.

Certifications



ISO9001 - This generator set was designed and manufactured in facilities certified to ISO9001.



CSA - This generator set is CSA certified to product class 4215-01.



PTS - The Prototype Test Support (PTS) program verifies the performance integrity of the generator set design. Products bearing the PTS symbol have been subjected to demanding tests in accordance to NFPA 110 Level 1 to verify the design integrity and performance under both normal and abnormal operating conditions including short circuit, endurance, temperature rise, torsional vibration, and transient response, including full load pickup.



UL - The generator set is available Listed to UL 2200, Stationary Engine Generator Assemblies. The PowerCommand control is Listed to UL 508 - Category NITW7 for U.S. and Canadian usage. Circuit breaker assemblies are UL 489 Listed for 100% continuous operation and also UL 869A Listed Service Equipment.

See your distributor for more information

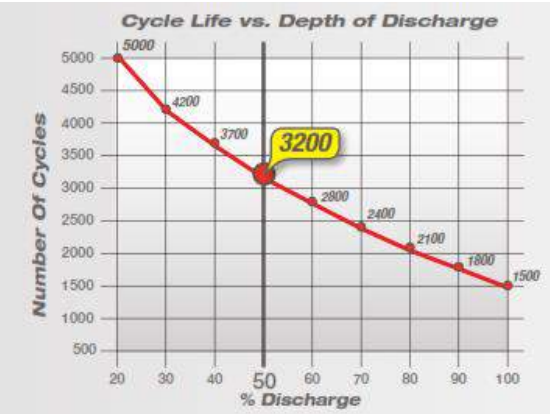
Important: Backfeed to a utility system can cause electrocution and/or property damage. Do not connect generator sets to any building electrical system except through an approved device or after building main switch is open.

Quick Details

Place of Origin:	Guangdong, China (Mainland)	Brand Name:	TREE	Model Number:	TR 12V 500AH
Usage:	UPS, Solar, Wind	Voltage:	12v	Sealed Type:	Sealed
Maintenance Type:	Free	Weight:	142 KG	Nominal Capacity:	500ah
color:	black , grey ,red , green	terminal:	copper/pb	type:	AGM/DEEP CYCLE /GEL
related certificate:	CE,MSDS etc	product life:	6-12 years	business type:	manufacturer
Application:	home, solar, wind, power, telecom,UPS...	item:	Long Life 12V 500Ah AGM Storge Ba...		



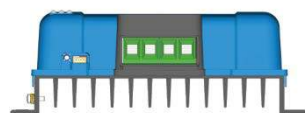
Nominal Voltage	12V
Rated Capacity (10 hour rate)	500AH
Size (Length*Width*Height*Total Height)	520*268*225mm
Weight Approx	71.5KG



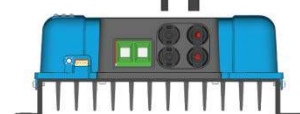
BlueSolar Charge Controllers with screw- or MC4 PV connection

MPPT 150/45, MPPT 150/60, MPPT 150/70, MPPT 150/85, MPPT 150/100

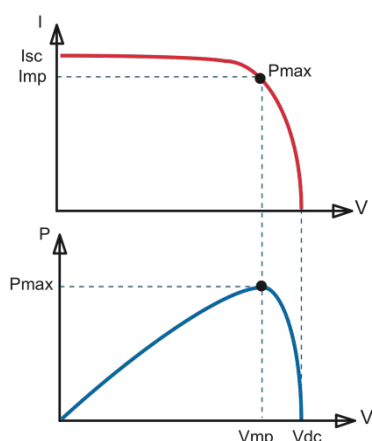
www.victronenergy.com



**Solar Charge Controller
MPPT 150/70-Tr**



**Solar Charge Controller
MPPT 150/70-MC4**



Maximum Power Point Tracking

Upper curve:

Output current (I) of a solar panel as function of output voltage (V). The Maximum Power Point (MPP) is the point Pmax along the curve where the product $I \times V$ reaches its peak.

Lower curve:

Output power $P = I \times V$ as function of output voltage.

When using a PWM (not MPPT) controller the output voltage of the solar panel will be nearly equal to the voltage of the battery, and will be lower than V_{mp} .

Ultra-fast Maximum Power Point Tracking (MPPT)

Especially in case of a cloudy sky, when light intensity is changing continuously, an ultra-fast MPPT controller will improve energy harvest by up to 30% compared to PWM charge controllers and by up to 10% compared to slower MPPT controllers.

Advanced Maximum Power Point Detection in case of partial shading conditions

If partial shading occurs, two or more maximum power points may be present on the power-voltage curve.

Conventional MPPTs tend to lock to a local MPP, which may not be the optimum MPP.

The innovative BlueSolar algorithm will always maximize energy harvest by locking to the optimum MPP.

Outstanding conversion efficiency

No cooling fan. Maximum efficiency exceeds 98%.

Flexible charge algorithm

Fully programmable charge algorithm (see the software page on our website), and eight pre-programmed algorithms, selectable with a rotary switch (see manual for details).

Extensive electronic protection

Over-temperature protection and power derating when temperature is high.

PV short circuit and PV reverse polarity protection.

PV reverse current protection.

Internal temperature sensor

Compensates absorption and float charge voltage for temperature.

Real-time data display options

- Apple and Android smartphones, tablets and other devices: see the VE.Direct to Bluetooth Smart dongle
- ColorControl panel



BlueSolar Charge Controller	MPPT 150/45	MPPT 150/60	MPPT 150/70	MPPT 150/85	MPPT 150/100
Battery voltage	12 / 24 / 48V Auto Select (software tool needed to select 36V)				
Rated charge current	45A	60A	70A	85A	100A
Maximum PV power, 12V 1a,b)	650W	860W	1000W	1200W	1450W
Maximum PV power, 24V 1a,b)	1300W	1720W	2000W	2400W	2900W
Maximum PV power, 48V 1a,b)	2600W	3440W	4000W	4900W	5800W
Maximum PV open circuit voltage	150V absolute maximum coldest conditions 145V start-up and operating maximum				
Maximum efficiency	98%				
Self-consumption	10 mA				
Charge voltage 'absorption'	Default setting: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (adjustable)				
Charge voltage 'float'	Default setting: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (adjustable)				
Charge algorithm	multi-stage adaptive				
Temperature compensation	-16 mV / -32 mV / -68 mV / °C				
Protection	Battery reverse polarity (fuse, not user accessible) PV reverse polarity / Output short circuit / Over temperature				
Operating temperature	-30 to +60°C (full rated output up to 40°C)				
Humidity	95%, non-condensing				
Data communication port and remote on-off	VE.Direct (see the data communication whitepaper on our website)				
Parallel operation	Yes (not synchronized)				

ENCLOSURE

Colour	Blue (RAL 5012)				
PV terminals 2)	35 mm ² / AWG2 (Tr models) Two sets of MC4 connectors (MC4 models up to 150/70) Three sets of MC4 connectors (MC4 models 150/85 and 150/100)				
Battery terminals	35 mm ² / AWG2				
Protection category	IP43 (electronic components), IP22 (connection area)				
Weight	3kg			4,5kg	
Dimensions (h x w x d)	Tr models: 185 x 250 x 95mm MC4 models: 215 x 250 x 95mm			Tr models: 216 x 295 x 103mm MC4 models: 246 x 295 x 103mm	

STANDARDS

Safety	EN/IEC 62109				
1a) If more PV power is connected, the controller will limit input power to the stated maximum.					
1b) PV voltage must exceed $V_{bat} + 5V$ for the controller to start.					
Thereafter minimum PV voltage is $V_{bat} + 1V$.					
2) MC4 models: several splitter pairs will be needed to parallel the strings of solar panels.					

Shenzhen Hiload Digital Tech. Co., Ltd. Guangdong, China

 Gold Member Since 2014  Audited Supplier Manufacturer/Factory

✓ OEM/ODM Service ✓ Factory Tour



Three Phase 220V to 380V 10kw DC to AC Inverter

FOB Price:	US \$100
Min. Order:	200 Pieces
Production Capacity:	1000000
Package:	Carton
Payment Terms:	L/C, T/T, D/P, Paypal, Money Gram, Western Union

Basic Info

Model NO.: 10KW inverter	Phase: Three
Type: DC/AC Inverters	Power Source: Solar Power
Output Power: >1000W	Nature of Wave String: Sine Wave Inverter
Nature of Source Flow: Passive inverter	Application: Solar/Wind/Home System
Certification: SAA, CE, ROHS, UL, ISO9001, CCC, Tlc	Brand: Hiload
Rated Power: 10kw	Output Continuous Powe: 5kw-10W
DC Wok Voltage: 11V-15V/21V-29V	DC Input Voltage: 522*240*220mm (L*W*H)
AC Output Waveform: Modified Sine Wave	AC Output Voltage: AC220V +/- 5%
Using Temperature: 15°C - 25°C	AC Output Frequency: 50Hz/60Hz +/- 1%
Name: Three Phase 220V to 380V 10kw DC to AC Inverter	Trademark: Hiload&OEM
Specification: 12-100	Origin: Shenzhen, Guangdong, China
HS Code: 8504403090	

Product Description

Three Phase 220V to 380V 10kw DC to AC Inverter

Inverter 220v to 380v

- 1) Input Voltage: DC12V/24V
- 2) Output Voltage: AC220V
- 3) Rated Power: 3000W

- 4) Socket types: Standard Universal socket, European socket, US socket or other sockets
- 5) Waveform: Modified Sine Wave
- 6) Frequency: 50Hz/60Hz

Main features of Power Solar Inverter

- 1. The CPU intelligent program, not only enhances its working efficiency and reduces the interference of the electromagnetism, but also improves its output precision.
- 2. The inverter have soft start function. Even if with heavy load, it will not harm this product and the appliances, which largely enhance its loading capacity.
- 3. The Inverter has high-voltage protection, low-voltage protection, over-temperature protection, over-load protection, short circuit protection, anti-polar protection and other auto protection function, which guarantee the it's quality and function.
- 4. The Inverter have sound and lack voltage alarm indication, charge indicator, charge fully indicator and temperature control and making cold fan control.
- 6. The intelligent positive and negative pulse charge not only could protect and repair the storage battery but charge more quickly and fully. In doing so, it can extend the life of the power inverter.
- 8. AC output voltage display function, very obviously and conveniently.
- 9. The Inverter have a small size, light weight, no noise and no pollution with a pleasurable outlook and many colors for choosing.
- 10. This Inverter is not only your ideal choice but also lash-up power in your life and work.

Protect function:

- 1. Lack-voltage alarm protection
- 2. Low-voltage protection
- 3. Over voltage protection
- 4. Anti-polar protection
- 5. Over load protection
- 6. Short-circuit protection
- 7. Temperature protection
- 8. AC input low voltage protection
- 9. AC input over voltage protection
- 10. Battery reverse connection protection (Optional)



Applications:

The type power inverter is well suitable for supplying power for your Notebook, digital camera, video camera and other appliances when you Travel on the vehicle, camp, boating or other outside activities.

Also it can be widely used in the districts with unstable power or supplied Power by the solar or wind energy sources.

household appliances



facility house



agriculture irrigating



Besides, it supplies a stable power for household appliance as TV, Computer, DVD, VCD, satellite receiver, printer, fluorescent lamp, cooler, Stereo, fan, electric drill, drill press, lighting, motor, game player, etc.

Packing&Shipping:



Warranty: One year

If you can cooperate with us, we will be honored and you will benefit from:

1. The good construction warranty-1 years
2. Your client satisfied on the right schedule and quality
3. Your can get good reputation from your market and obtain more orders
4. Our professional service before and after sale
5. The free inverter samples after your first 3 orders
6. The reasonable price
7. Any questions from you are welcome and will be replied in 24 hours

FAQ:

1. What is Inverter?

Inverter is an electronic equipment that turn DC12V/24V/48V into AC110V/220V/230V/240V.

2. How many kinds of output wave form for Inverters?

Pure sine wave Inverter: It could provides high quality AC and carry various loads, While it requires high tech and high cost.

Modified sine wave Inverter: It can load poorly not carrying inductive load, but the price is moderate.

3. How to choose a power inverter?

Mose of the electronic products are signed out their rated power, and the rated power should be less than the rated power of the power inverter.

The method of how to estimate the power(W): The total of load power should be equal to the rated power(W) of the power inverter.

You can choose inverter in this way.

pure sine wave solar inverter		HL1000	HL1500	HL2000	HL3000	HL4000	HL5000	HL6000
General Specification	Input Wave form	Sine wave (Utility or Generator)						
	Nominal voltage	120VAC				230VAC		
	Low voltage trip	90v + 4%				184v/154v + 4%		
	Low voltage reconnect	100v + 4%				194v/164v + 4%		
	High voltage trip	140v + 4%				253v + 4%		
	High voltage reconnect	135v + 4%				243v + 4%		
	Max input AC voltage	150VAC				270VAC		
	Nominal input frequency	50Hz or 60Hz (Auto detect)						
	Low freq trip	47Hz for 50Hz, 57Hz for 60Hz						
	High freq trip	55Hz for 50Hz, 65Hz for 60Hz						
	Output wave form	(Bypass mode) same as input						
	Overload protection	Circuit breaker						
	Short circuit protection	Circuit breaker						
	Transfer switch rating	30amp or 40amp						
	Efficiency on line transfer time	95%+						
	Line transfer time	10ms Typical						
	Bypass without battery connected	yes						
	Max bypass current	30amp or 40amp						
	Bypass overload current	35amp or 45amp: Alarm						
	Inverter Specification Output	Output wave form	Pure sine wave					
Output continuous power watts		1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000
Output continuous power VA		1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000
Power factor		0.9-1.0						
Nominal output voltage rms		120/230VAC						
Output voltage regulation		10% rms						
Output frequency		50Hz + 0.3Hz or 60Hz + 0.3Hz						
Nominal efficiency		> 88%						
Surge ratings		3000	4500	6000	9000	12000	15000	18000
Short circuit protection		Yes, fault after 10 seconds						
Inverter Specification Input	Nominal input voltage	12V			24V		48V	
	Minimum start voltage	10V			20V		40V	
	Low battery alarm	10.5V			21V		42V	
	Low battery trip	10V			20V		40V	
	High voltage alram	16V			32V		64V	
	Power saver	Below 25watts when enabled						
	Power saver	Same switched on/off on remote						
Charge Mode Specification	Input voltage range	95-127VAC			194-243VAC/ 164-243VAC(W)			
	Output voltage range	Dependent on battery type						
	Charge current	35A/70A						
	Battery initial voltage for start up	0-15.7v for 12v (*2 for 24v; *4 for 48v)						
	Over charge protection shutdown	15.7v for 12v (*2 for 24v; *4 for 48v)						
Others	Remote control/RS232/USB	Yes, Optional						
	Size: in mm	1000/2000/3000 Model: 442*218*179						
		4000/5000/6000 Model: 598*218*179						
	Net weight	HL1000	HL1500	HL2000	HL3000	HL4000	HL5000	HL6000
		18kgs	19kgs	20kgs	22kgs	35gs	38kgs	40kgs

Though Made-in-China.com makes great effort to confirm the information provided, Made-in-China.com does not guarantee & is not legally responsible for the accuracy, integrity, quality & non-infringement of such information.

20% EFFICIENCY

SunPower E20 panels are the highest efficiency panels on the market today, providing more power in the same amount of space

MAXIMUM SYSTEM OUTPUT

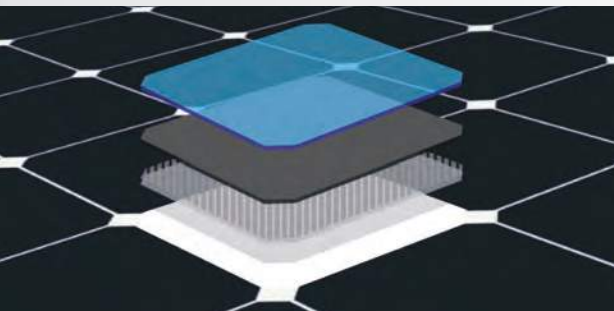
Comprehensive inverter compatibility ensures that customers can pair the highest efficiency panels with the highest efficiency inverters, maximizing system output

REDUCED INSTALLATION COST

More power per panel means fewer panels per install. This saves both time and money.

RELIABLE AND ROBUST DESIGN

SunPower's unique Maxeon™ cell technology and advanced module design ensure industry-leading reliability



MAXEON™ CELL TECHNOLOGY

Patented all-back-contact solar cell, providing the industry's highest efficiency and reliability

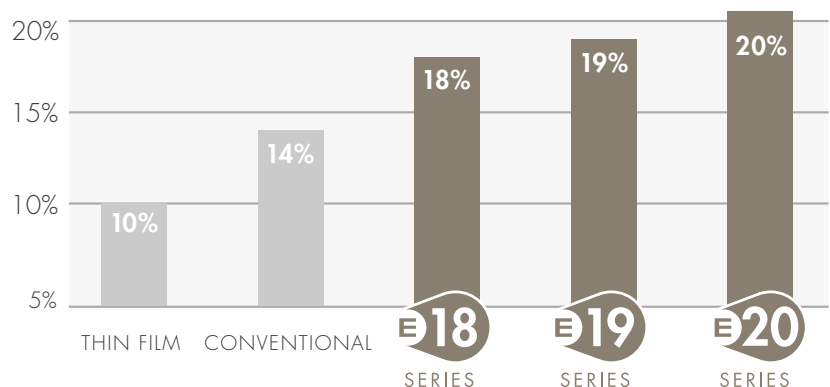


E20
SERIES

THE WORLD'S STANDARD FOR SOLAR™

SunPower™ E20 Solar Panels provide today's highest efficiency and performance. Powered by SunPower Maxeon™ cell technology, the E20 series provides panel conversion efficiencies of up to 20.1%. The E20's low voltage temperature coefficient, anti-reflective glass and exceptional low-light performance attributes provide outstanding energy delivery per peak power watt.

SUNPOWER'S HIGH EFFICIENCY ADVANTAGE



sunpowercorp.com



MODEL: SPR-435NE-WHT-D

ELECTRICAL DATA

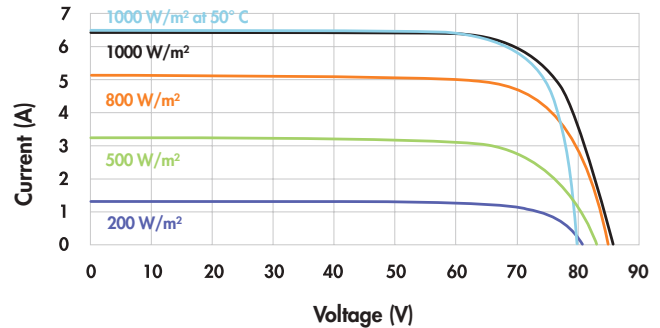
Measured at Standard Test Conditions (STC): irradiance of 1000 W/m², AM 1.5, and cell temperature 25° C

Peak Power (+/- 5%)	P _{max}	435 W
Cell Efficiency	η	22.5 %
Panel Efficiency	η	20.1 %
Rated Voltage	V _{mpp}	72.9 V
Rated Current	I _{mpp}	5.97 A
Open-Circuit Voltage	V _{oc}	85.6 V
Short-Circuit Current	I _{sc}	6.43 A
Maximum System Voltage	UL	600 V
Temperature Coefficients	Power (P)	- 0.38%/K
	Voltage (V _{oc})	- 235.5 mV/K
	Current (I _{sc})	3.5 mA/K
NOCT		45° C +/- 2° C
Series Fuse Rating		20 A
Grounding	Positive grounding not required	

MECHANICAL DATA

Solar Cells	128 SunPower Maxeon™ cells
Front Glass	High-transmission tempered glass with anti-reflective (AR) coating
Junction Box	IP-65 rated with 3 bypass diodes Dimensions: 32 x 155 x 128 mm
Output Cables	700 mm cables / Multi-Contact (MC4) connectors
Frame	Anodized aluminum alloy type 6063 (silver); stacking pins
Weight	56.0 lbs. (25.4 kg)

I-V CURVE



Current/voltage characteristics with dependence on irradiance and module temperature.

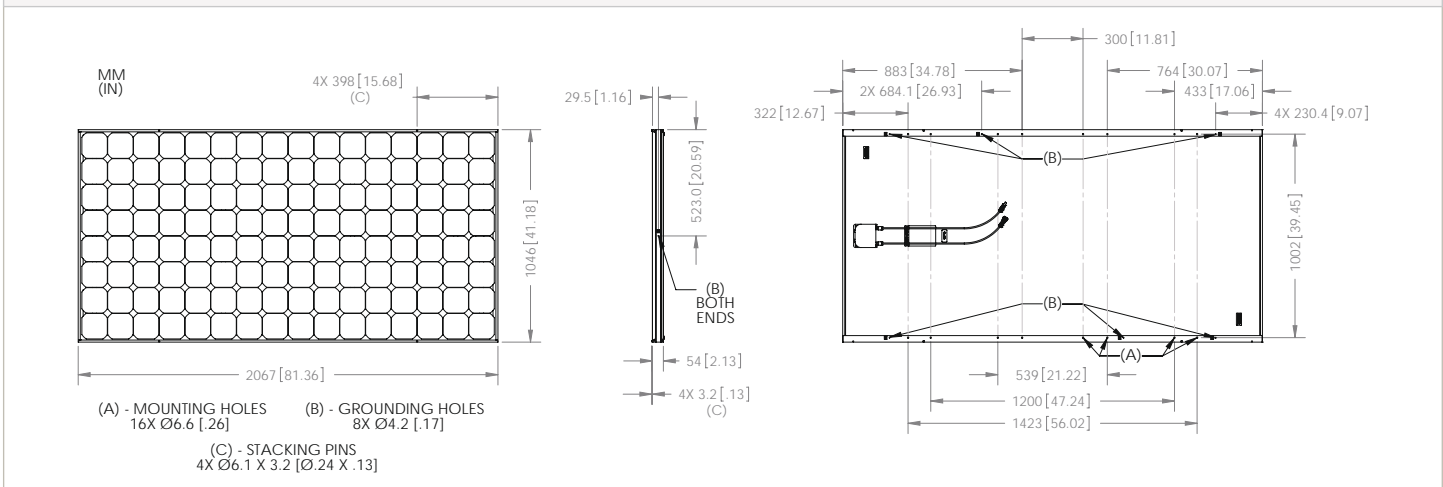
TESTED OPERATING CONDITIONS

Temperature	- 40° F to +185° F (- 40° C to + 85° C)
Max load	113 psf 550 kg/m ² (5400 Pa), front (e.g. snow) w/specified mounting configurations 50 psf 245 kg/m ² (2400 Pa) front and back (e.g. wind)
Impact Resistance	Hail: (25 mm) at 51 mph (23 m/s)

WARRANTIES AND CERTIFICATIONS

Warranties	25-year limited power warranty 10-year limited product warranty
Certifications	Tested to UL 1703. Class C Fire Rating

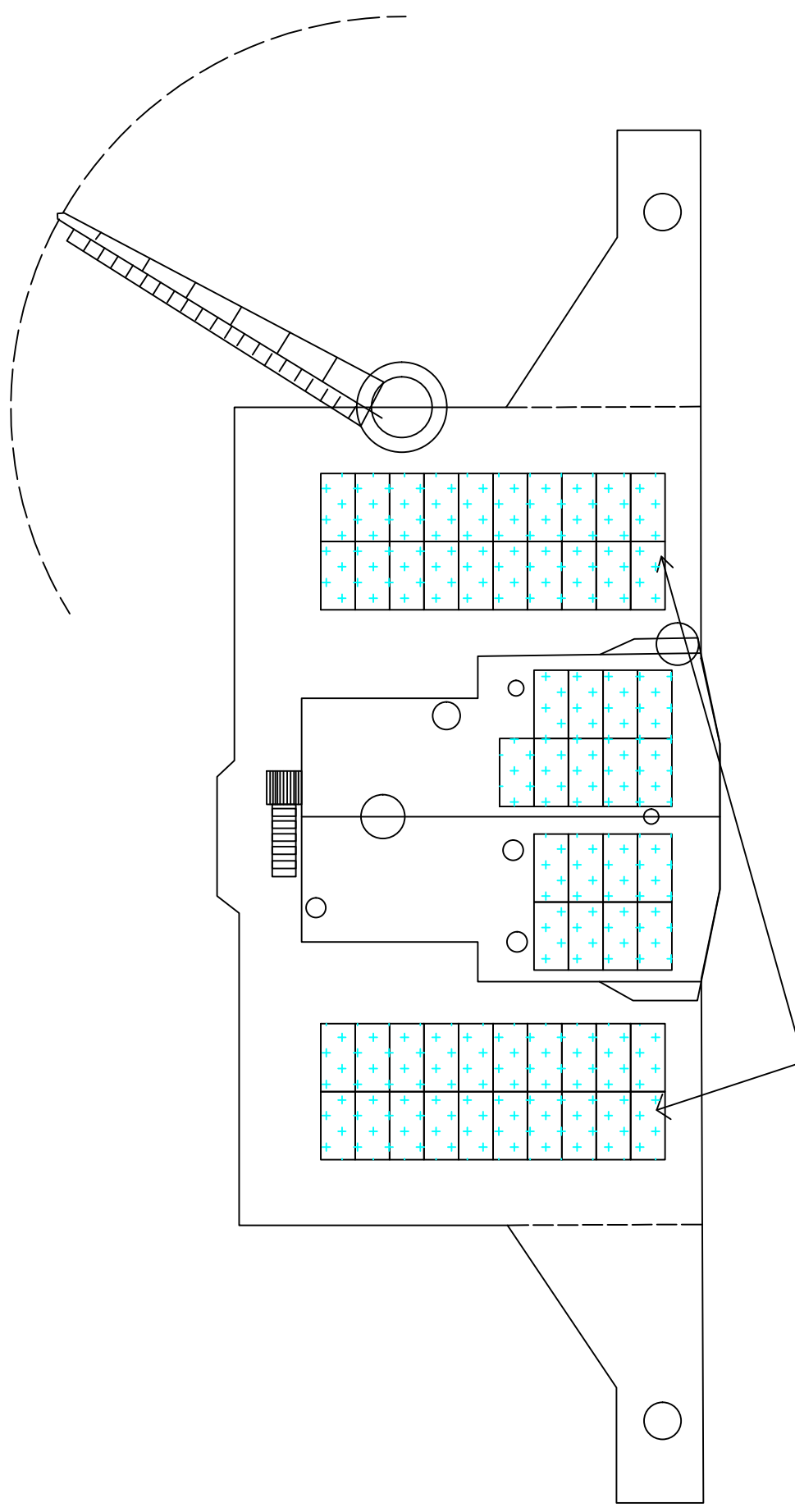
DIMENSIONS



Please read safety and installation instructions before using this product, visit sunpowercorp.com for more details.

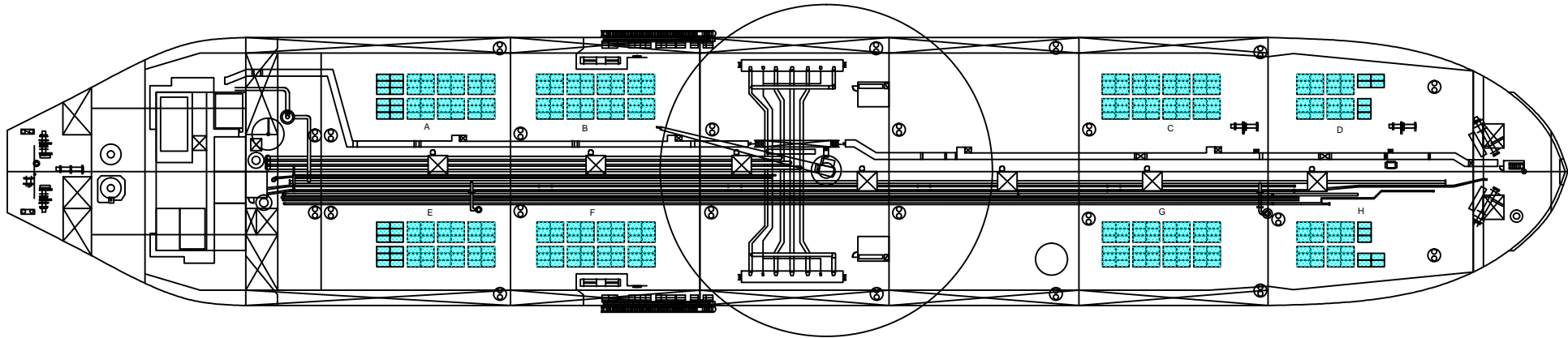
Lampiran Gambar-Gambar

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

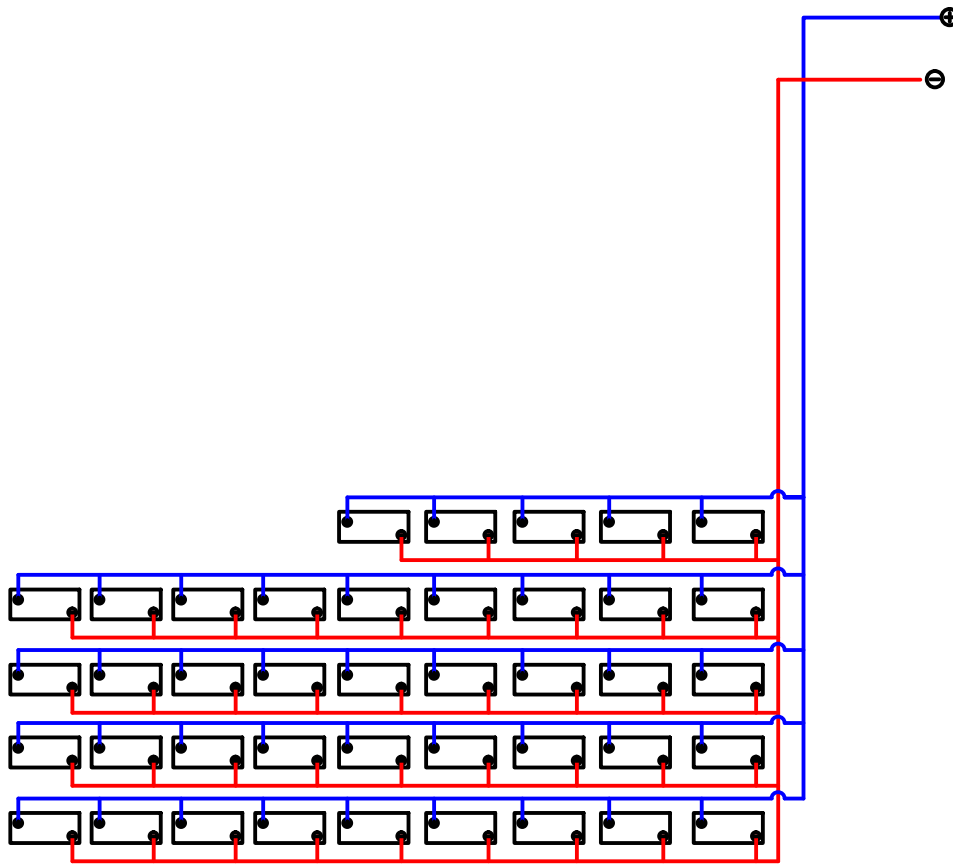


57 PANEL

PELETAKAN PANEL SURYA PADA CARGO AREA

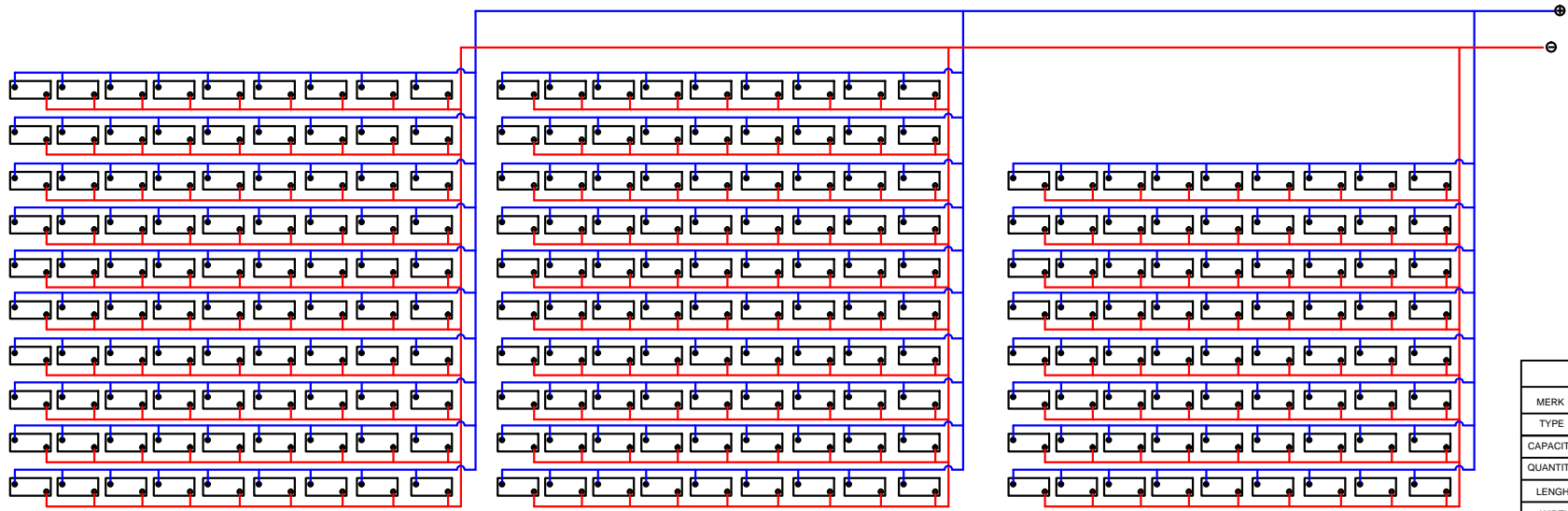


RANGKAIAN INSTALASI BATERAI UNTUK BEBAN LAMPU PENERANGAN



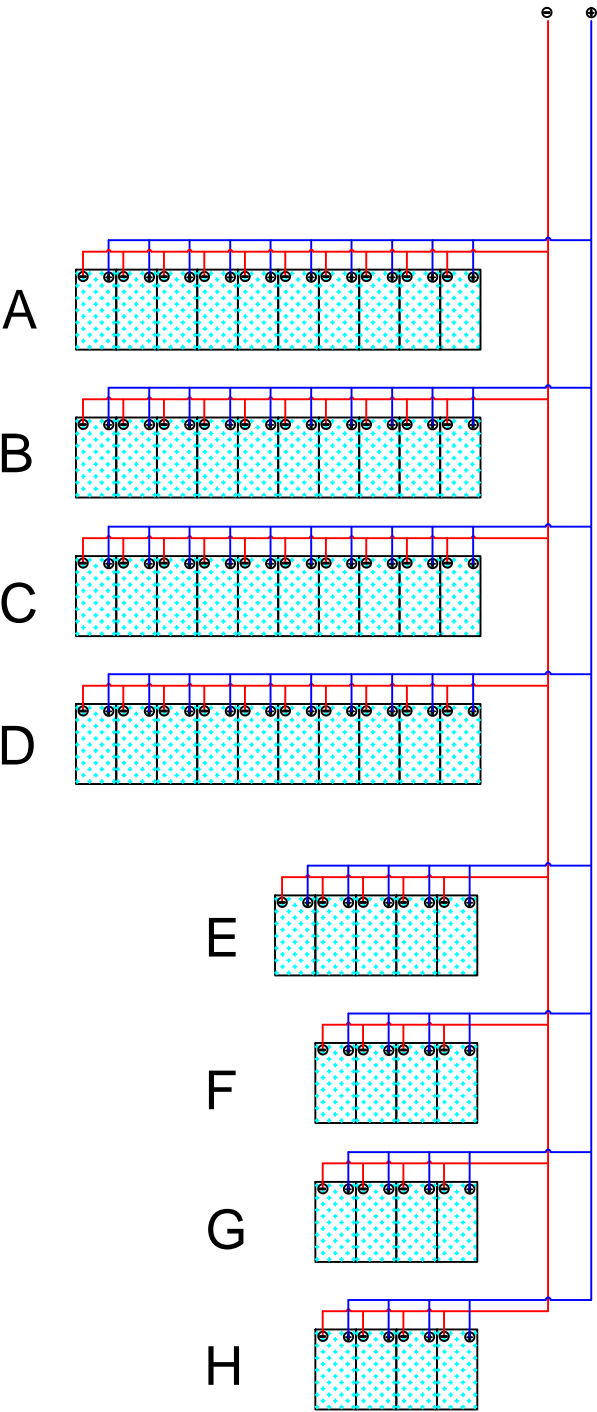
BATTERY SPECIFICATION	
MERK	Tree
TYPE	12 V X 500 Ah solar gel battery vrla batteries
CAPACITY	500 AH
QUANTITY	41 UNITS
LENGHT	520 mm
WIDTH	268 mm
HEIGHT	225 mm

RANGKAIAN INSTALASI BATERAI UNTUK BEBAN PERALATAN



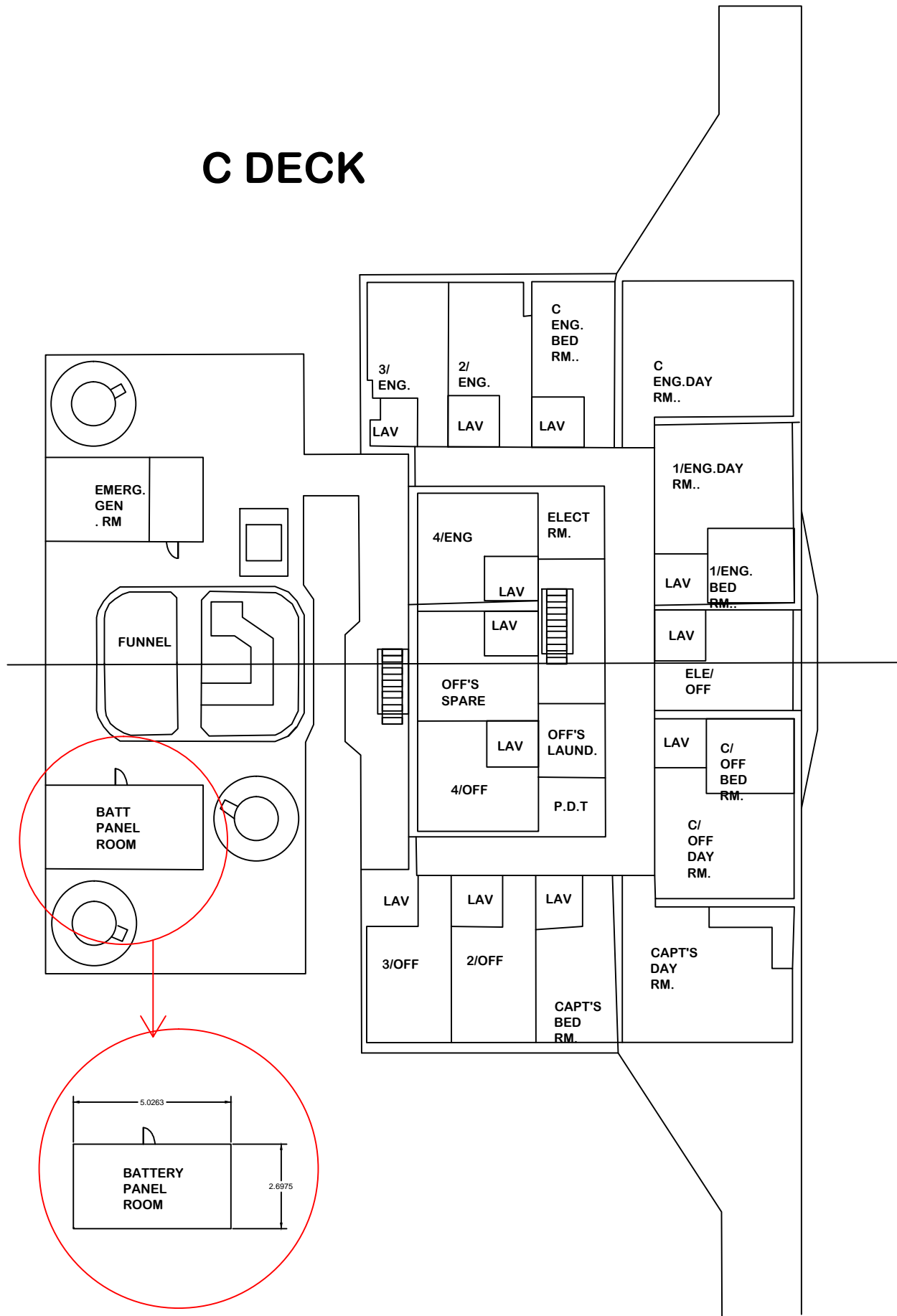
BATTERY SPECIFICATION	
MERK	Tree
TYPE	12 V X 500 Ah solar gel battery vrla batteries
CAPACITY	500 AH
QUANTITY	252 UNITS
LENGHT	520 mm
WIDTH	268 mm
HEIGHT	225 mm

RANGKAIAN INSTALASI PANEL SURYA UNTUK BEBAN LAMPU PENERANGAN

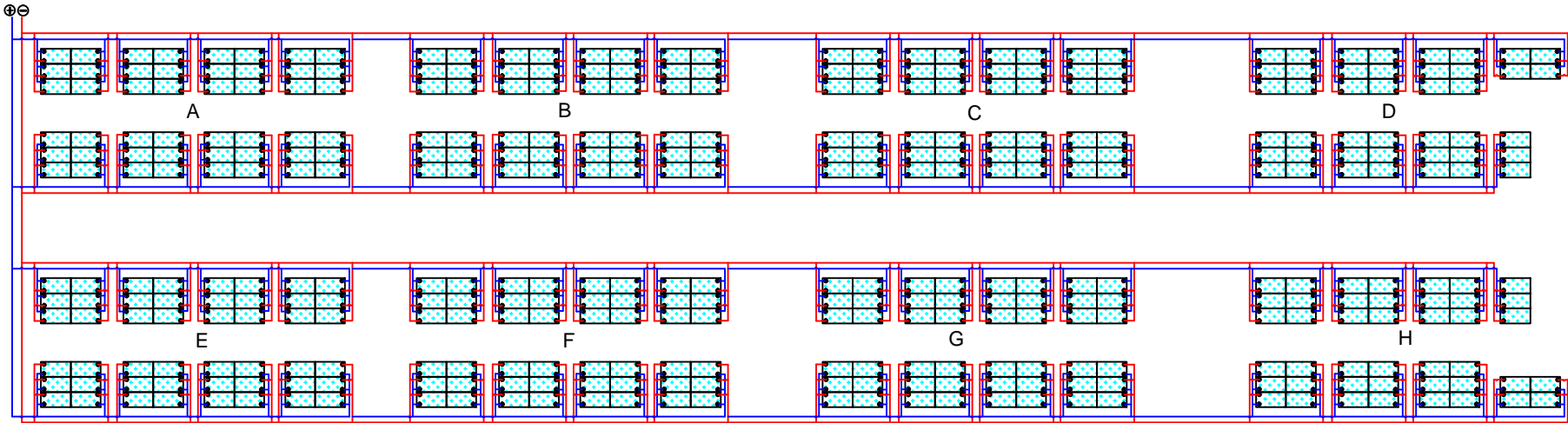


PHOTOVOLTAIC SPECIFICATION	
MERK	SunPower
TYPE	E20-435-COM
CAPACITY	435 WP
QUANTITY	57 UNITS
LENGHT	2067 mm
WIDTH	1046 mm
HEIGHT	46 mm

C DECK



RANGKAIAN INSTALASI PANEL SURYA
UNTUK BEBAN PERALATAN



PHOTOVOLTAIC SPECIFICATION	
MERK	SunPower
TYPE	E20-435-COM
CAPACITY	435 WP
QUANTITY	350 UNITS
LENGHT	2067 mm
WIDTH	1046 mm
HEIGHT	46 mm

MSB

GEN 1
800 kVA/ 640 kW
450 V/ 60 Hz
3 Phase

GEN 2
800 kVA/ 640 kW
450 V/ 60 Hz
3 Phase

GEN 3
800 kVA/ 640 kW
450 V/ 60 Hz
3 Phase

International
Shore
Connections

EMERGENCY GEN

SOLAR PANEL
WING DECK
435 WP x 57 units

CHARGER
CONTROLLER



INVERTER

STEERING GEAR

EMERG FIRE PUMP

JP

LS

JM

L1

L3

L4

L5

L6

L7



INVERTER



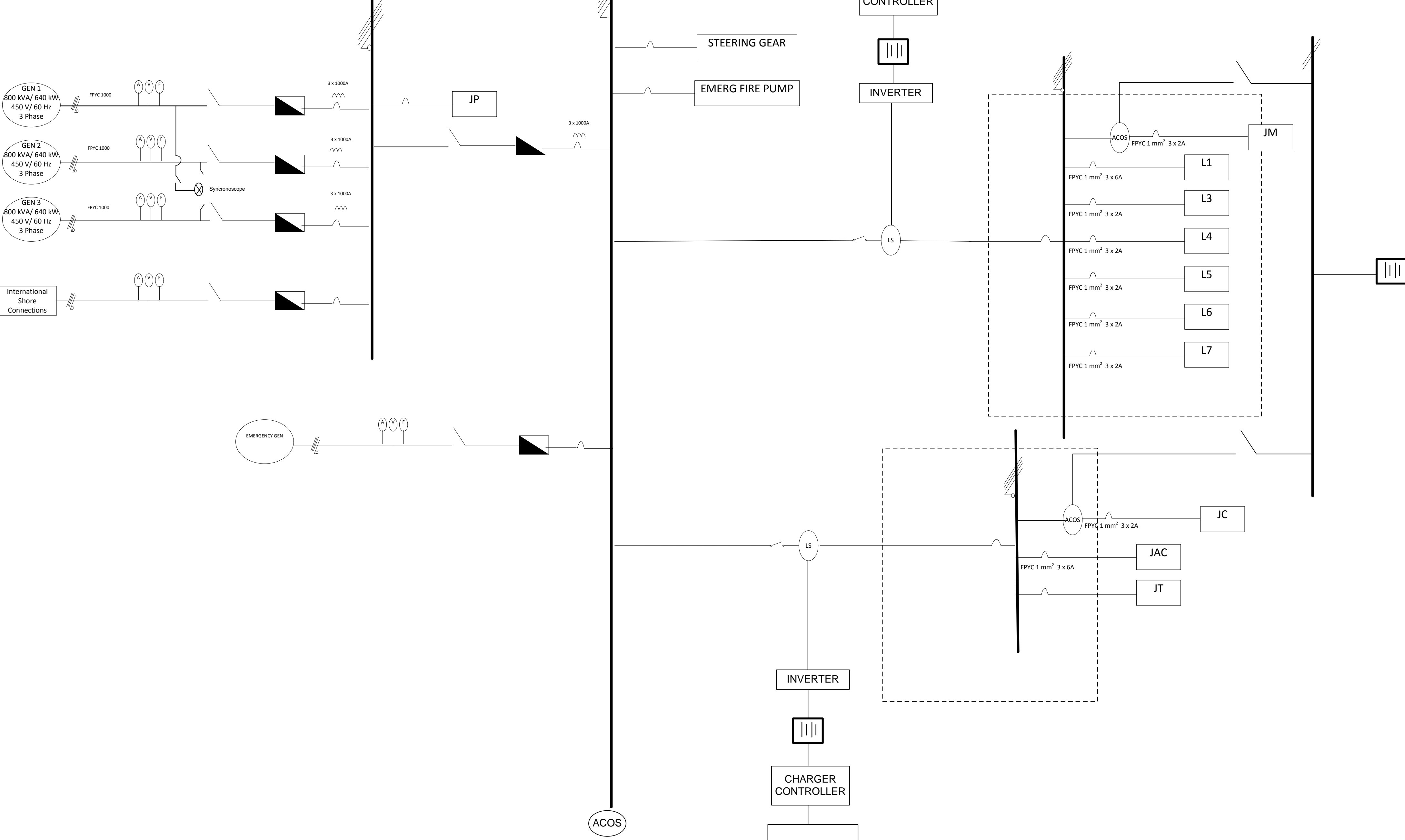
CHARGER
CONTROLLER

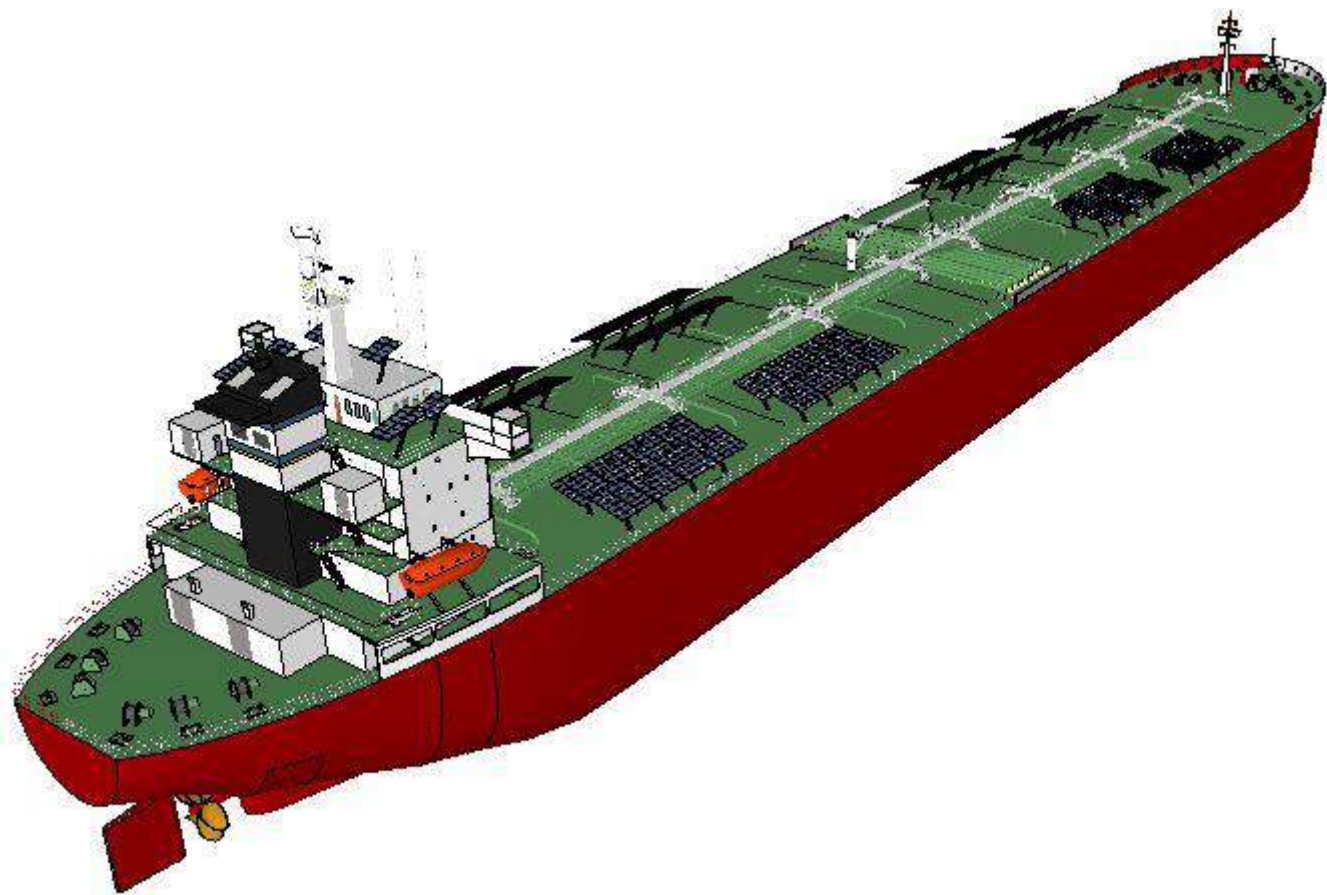
SOLAR PANEL
CARGO AREA
435 WP x 350 units

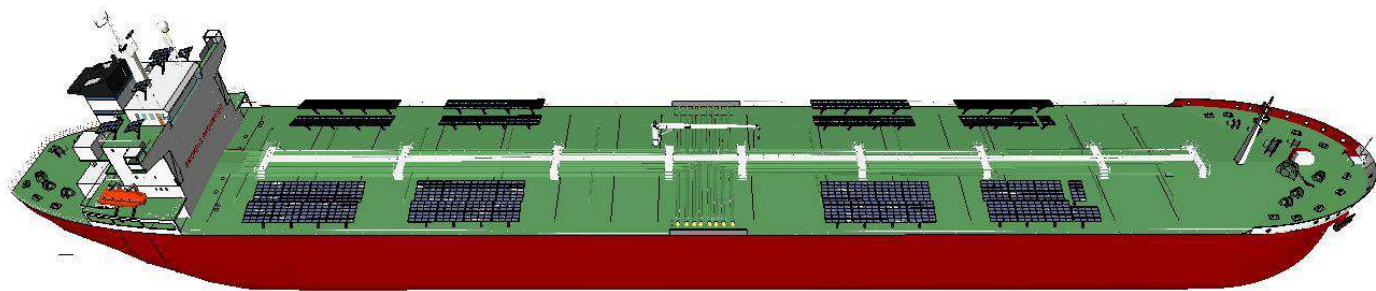
JC

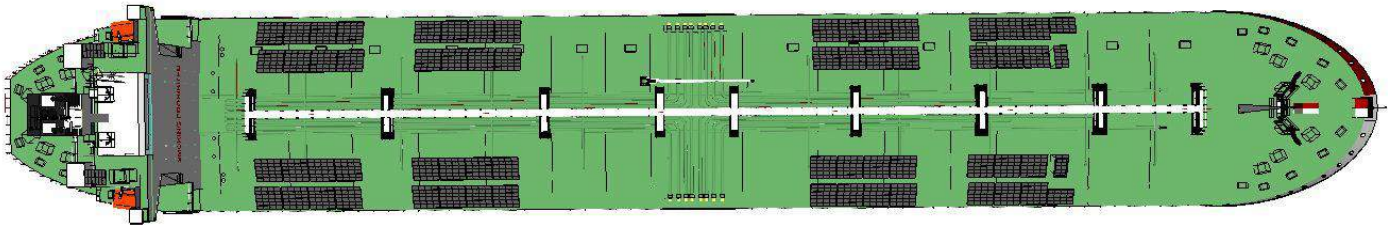
JAC

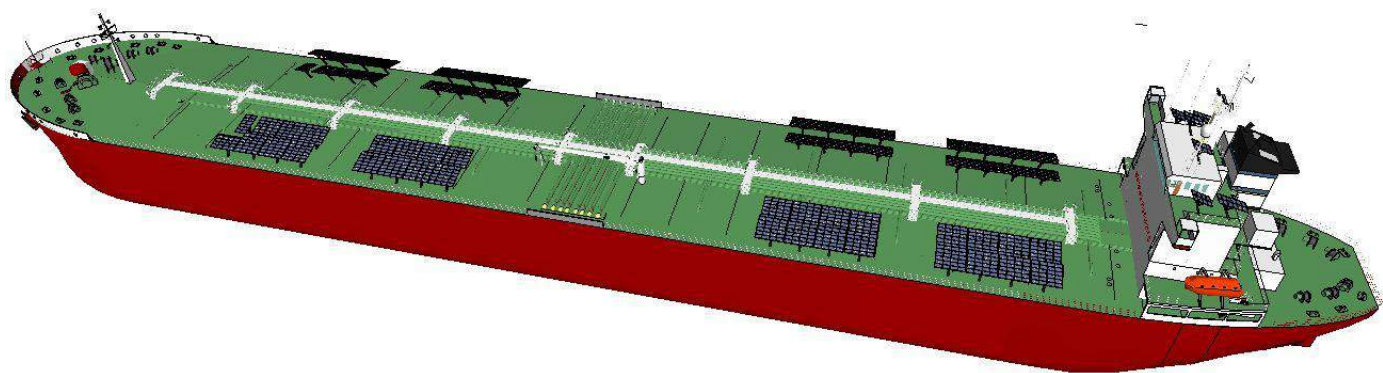
JT











BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Beberapa hasil analisa perbandingan penggunaan sistem pembangkit listrik konvensional dan sistem *hybrid* pada kapal MT Gunung Geulis diperoleh hasil sebagai berikut

1. Optimasi area untuk peletakan panel surya di kapal MT. Gunung Geulis di *wing deck* seluas 123,24 m² untuk 57 panel surya dan di *cargo area* seluas 756,73 m² sebanyak 350 panel surya.
2. Jumlah total panel surya yang bisa dipasang di kapal MT. Gunung Geulis dapat menghasilkan daya sebesar 882,021 kwh/hari untuk menyuplai beban lampu penerangan sebesar 90,8 kwh/hari dan beban peralatan navigasi, radio komunikasi, *galley and laundry equipment*, serta beberapa komponen yang termasuk *air conditioner and refrigerator device sebesar 566,7 kwh/hari*.
3. Penghematan konsumsi bahan bakar pada sistem pembangkit listrik di kapal MT. Gunung Geulis akibat penggunaan panel surya mencapai 15,5 % per tahun.
4. BEP penggunaan sistem *hybrid* pada sistem pembangkit listrik pada MT Gunung Geulis terjadi pada tahun ke 3,69 dengan nilai nominal sebesar Rp 23.980.000.000,00 atau \$ 1.803.007,52 .

Berdasarkan hasil analisis teknis dan ekonomis di atas, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem pembangkit listrik *hybrid* sangat prospektif untuk diterapkan di kapal-kapal, sehingga dapat menciptakan program *ecoship* di masa mendatang.

5.2 Saran

Dalam pengerjaan skripsi ini ada beberapa saran yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Ada baiknya pada penelitian selanjutnya dilakukan eksperimen dengan tujuan untuk mendukung kesempurnaan data penulisan skripsi.
2. Pada penelitian berikutnya disarankan dilakukan analisis risiko terhadap penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid* (sel surya dan diesel generator) pada kapal tanker.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzara A., Rutherford D., Wang H. 2014. "Feasibility of IMO Annex VI Tier III implementation using Selective Catalytic Reduction". **Working Paper ICCT**. 4.
- Barua, C.D., Urmee, T.P., Kumar, S., & Bhattacharya S. 2001. "A photovoltaic solar home system dissemination model". ***Progress in Photovoltaic Research and Applications***, 9, 313–322.
- Circuits today*. 2011, Juni 6. Dikutip Januari 11, 2016, dari **www.circuitstoday.com** <www.circuitstoday.com/pn-junctiondiodecharacteristics&h=225&w=400&tbnid=iuBdwa3N0pqpM:&zoom=1&docid=VZkgoTzdhjzO>
- Diputra, W. 2008. "Simulator Alogaritma Pendeteksi Kerusakan Modul Surya Pada Rancangan Modul Surya". Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Fish, J. 1915. "*Engineering Economics, 1st ed*". New York: McGraw - Hill Book Co., Inc.
- Fonseca N., Farias T., 2015. "The Hidrocat Project – An all electric ship with photovoltaic panels and hydrogen fuel cells". **Energy** ISSN 1996 - 1073. 8 (2015), 11515-11530.
- Gorter. 2015. "Design considerations of a solar racing boat : propeller design parameters as a result of PV system power". **Journal of Energy Procedia**. 75 (2015), 1901-1906.

- Green, M. 2011. "Solar cell efficiency tables (version 37)". ***Progress In Photovoltaics: Research And Applications*** , 84–92
- Jun Lee K., Shin D., Wook Yu D., Kyu Choi H., Jee Kim H. 2013. "Hybrid photovoltaic/diesel green ship operating in standalone and grid-connected mode e Experimental investigation". **Journal Energy**. 49 (2013), 475-483.
- Kementrian ESDM. 2010. Dikutip Januari 6, 2016, dari ***esdm.go.id***. <www.esdm.go.id>
- Kolhe, M., Kolhe, S., & Joshi, J. C. 2002. "Economic viability of stand-alone solar photovoltaic system in comparison with diesel-powered system for India". ***Energy Economics***, 24(2), 155-165. 10.1016/S0140-9883(01)00095-0
- Kunaifi. 2010. "Program HOMER Untuk Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Hibrida di Provinsi Riau". **Seminar Nasional Informatika, FTI UPN "Veteran"**, (hal. 18-27). Yogyakarta.
- Lan H., Dai J., Wen S., Hong Y., Yu D.C., Bai Y. 2015. "Optimal Tilt Angle of Photovoltaic Arrays and Economic Allocation of Energy Storage System on Large Oil Tanker Ship". **Energy ISSN 1996 - 1073**. 8 (2015), 11515-11530.
- Lan H., Wen S., Hong Y., Yu D.C., Zhang L. 2015. "Optimal Sizing of Hybrid PV/ Diesel / Battery in Ship Power System". **Journal Applied Energy**. 158 (2015), 26-34.
- Maherchandani, J. 2012. "Economic Feasibility of Hybrid Biomass/PV/Wind System for Remote Villages Using HOMER". **Journal of Advanced Research in**

Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, ISSN: 2278-8875, vol. 1, issue 2 , 49-53.

- Mario, P. 2008. “Working principles of dye-sensitised solar cell and future applications”. *Photovoltaics Internasional journal* , 47-51.
- Marpaung A. 2010. “Studi Perancangan Kapasitas Genset Sebagai Cadangan Pada PT. Inti Kimiatama Perkasa. Medan”. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Mitsubishielectric*. Februari 3, 2010. Dikutip Maret 4, 2016, dari www.mitsubishielectric.com:<www.mitsubishielectric.com>
- Murjaningsih. 2015. “Analisa Tekno Ekonomis Sistem Penerangan Di Kapal Dengan Lampu Light Emitting Diode (Led) Dan Fluorescent Lamp (Fl) Pada Kapal Niaga”,114
- Nayar, C. V. 1993. “Novel Wind/Diesel/Battery Hybrid Energy System”. **Solar Energy** **51**(1) , 65-78.
- Science mumbling*. 2010. Dikutip Januari 15, 2016, dari <sciencemumbling.wordpress.com:<https://sciencemumbling.wordpress.com>>
- Solarchoice*. Agustus 9, 2002. Dikutip Februari 16, 2016, dari www.solarchoice.net.au: <www.solarchoice.net.au>
- Syafaruddin, A. 1990. “Alat alat dalam pembelanjaan”. Yogyakarta: Andi Offset.
- Tugino. 2004. “Faktor Faktor Penggunaan Value Engineering”.

“Halaman ini Sengaja dikosongkan”

RIWAYAT PENULIS



Penulis bernama lengkap Dhear Prima Putri Ayudiyanti Nugraha Ningtyas lahir di Jakarta pada tanggal 11 Juni 1994. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Moch. Iriyanto Nugroho dan Sri Wahyuningsih. Pendidikan yang telah ditempuh oleh penulis diantaranya Sekolah Dasar pada tahun 2000 di SD Pembangunan UIN Jakarta, kemudian melanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama pada tahun 2006 di SMP Negeri 19 Jakarta program *bilingual class* selama 2 tahun, dan menempuh jenjang selanjutnya di SMA Negeri 8 Jakarta. Selepas lulus dari sekolah menengah atas pada tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan di program S1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam kegiatan dan organisasi mahasiswa intra kampus baik di tingkat jurusan, fakultas maupun institut. Diantaranya penulis pernah menjadi staf Himpunan Mahasiswa Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS periode 2013/2014 serta menjadi sekretaris Departemen Hubungan Luar Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FTK ITS, kemudian pada tahun kedua penulis menjabat sebagai Kepala Divisi Eksternal Departemen Hubungan Luar BEM FTK ITS periode 2014/2015. Selain itu penulis juga pernah berkesempatan menjadi panitia dan peserta seminar berskala Nasional dan Internasional seperti, Seminar Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan 2012 (SENTA), *Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK) Academy* 2013, dan *International Conference on Marine Technology* 2014 (MARTEC). Selain aktif dalam kegiatan ilmiah dan kemahasiswaan, penulis juga turut serta dalam kegiatan sosial seperti mengajar anak-anak jalanan di rumah singgah kawasan Manggarai.